3

Mikroskopische Studien

über das

Central-Nervensystem

wirbelloser Thiere

von

Dr. Georg Walter,
prakt. Arzt in Euskirchen.

Mit vier Steindrucktafeln.

A. Henry.

Bonn, 1863.

Den Herren

Dr. Carl Theodor von Siebold,

Professor der Medicin, Director des physiologischen Instituts in München etc. etc.,

und

Dr. Hermann Helmholtz,

Professor der Medicin, Director des physiologischen Instituts in Heidelberg etc. etc.,

widmet diese Arbeit in dankarer Erinnerung

Der Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b22288478

Vorwort.

Beim Durchlesen vorliegender Arbeit wird man einen genetischen Zusammenhang der einzelnen Abhandlungen nicht verkennen können. Schon vor mehreren Jahren waren mir bei histologischen Untersuchungen des Nervensystems von Gasteropoden multipolare Zellenformen in nicht unbedeutender Anzahl aufgefallen. Ich strebte daher, über deren Auftreten und ihr Verhältniss theils zu den bei wirbellosen Thieren viel häufigeren unipolaren Zellen, theils zu den Nervenfasern selbst an einer grössern Thierreihe vergleichende Untersuchungen anzustellen. So wurde ich zu der Arbeit über den Faserverlauf von Hirudo medicinalis geführt, welcher sich die ferneren Beobachtungen über Lumbricus agricola, Scolopendra electrica und Astacus fluviatilis anreiheten. Bei letzterm Thiere glaubte ich zuerst mit Bestimmtheit physiologisch verschiedene Nervenzellenformen annehmen zu müssen, suchte mich aber hierüber vor Allem bei Limnaeus stagnalis zu vergewissern, welches Thier in seinen einzelnen anatomisch und physiologisch streng gesonderten Ganglienabtheilungen zu diesen Untersuchungen das beste Object darbietet.

Wenn ich nun auch in meiner Arbeit noch manche Mängel durchfühle und noch viele Fragen unbeantwortet lassen musste, so stehe ich doch nicht an, dieselbe jetzt schon zu veröffentlichen, weil mir zu deren fernern Vervollständigung einstweilen

Zeit und Gelegenheit fehlt, und weil ich hoffe, durch dieselbe bessere Kräfte zu ähnlichen Arbeiten anzuregen. Stellen sich dann meinerseits Fehler oder irrthümliche Auffassungen heraus, so werde ich dankbar von anderen Forschern Belehrung annehmen, sofern deren Urtheil auf eigener sorgfältigen und vorurtheilsfreien Beobachtung beruht.

Euskirchen, im Herbst 1862.

Georg Walter.

Inhalt.

Pag.

Hirudo medicinalis 1

Lumbricus agricola 14

Scolopendra electrica 24

Astacus fluviatilis 26

Limnaeus stagnalis 34

Nachtrag 45

Literatur.

A. Helmholz. De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Diss. Berol. 1842.

Fr. Will. Vorläufige Mittheilung über die Structur der Ganglien und den Ursprung der Nerven bei wirbellosen Thieren. Müller's Archiv für Anat. und Phys. 1844.

C. Bruch. Ueber das Nervensystem des Blutegels. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. 1849.

Fr. Leydig. Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt, 1857.

A. Kölliker. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 4. Aufl. Leipzig, 1862.

HIRUDO MEDICINALIS.

Nach den Untersuchungen von *Helmholtz*, *Will* und *Bruch* sollte man glauben, dass das Studium des Nervensystems des Blutegels selbst in seinen feineren Structurverhältnissen vollkommen erschöpft und eine fernere Untersuchung desselben wenig fruchtbringend und lohnend sein müsse. Es war auch nicht das Suchen nach Neuem, was mich zur Erforschung der Nervencentren dieses Thieres führte, sondern der Wunsch, über die von den Autoren angegebenen Verhältnisse eigene Anschauung zu gewinnen und gleichzeitig über das gegenseitige Verhalten der sog. apolaren und unipolaren Nervenzellen zu den Nervenfasern in's Klare zu kommen.

Auch war es mir auffallend, dass diesen Thieren multipolare Nervenzellen wirklich fehlen sollten, die ich doch bei anderen wirbellosen Thieren in so ausgesprochener Form und öfters in grosser Anzahl gefunden hatte.

Im Verlaufe meiner Beobachtungen gewann ich aber bald die Ueberzeugung, dass trotz der fleissigen und sorgfältigen Arbeiten der genannten Autoren der Faserverlauf in den Nervencentren des medicinischen Blutegels durchaus noch nicht genügend ermittelt sei, dass auch in ihren Angaben noch manches Lückenhafte, selbst Widersprechendes liege; und so wurde ich unwillkürlich zur erneuten und anhaltenden Untersuchung dieses interessanten Gegenstandes hingeführt, deren Resultate ich in Folgendem mittheilen werde.

Das Nervensystem des medicinischen Blutegels besteht bekanntlich aus drei und zwanzig, durch paarige Verbindungsstränge mit einander verbundenen, in der Bauchlinie des Thieres liegenden Ganglienknoten.

Die beiden äussersten zeichnen sich nicht nur durch ihre grössere und gestrecktere Form, sondern auch durch die Menge ihrer abgehenden Nervenfäden aus.

Das vorderste Ganglion, welches wir, im Gegensatze zu dem hintersten, dem Saugnapfganglion, und den zwischen ihnen gelegenen einzelnen Bauchganglien, als Schlundganglion bezeichnen wollen, hat die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen Basis nach vorn, dessen Spitze nach hinten gerichtet ist. Von der Basis des Schlundganglions gehen jederseits zwei breite Commissuren seitlich, biegen nach oben um und bilden so, über dem Schlundkopfe in einander übergehend, einen Schlundring, welchen wir als Gehirn bezeichnen wollen.

Ausser diesen grösseren Ganglienmassen liegen aber in der Stirn des Thieres, dicht vor dem Gehirn und mit diesem durch feine Nervenfäden verbunden, kleinere Ganglien, welche theils den (so genannten) sympathischen Nerven, theils und meistens denjenigen Nerven zum Ursprung dienen, welche zu den als Sinnesorgane zu betrachtenden Theilen hinziehen.

Von den Bauchganglien entsprechen sich das zweite und das vorletzte durch ihre dichte Anlagerung an das ihnen zunächst liegende Schlund- resp. Saugnapfganglion, durch ihre verhältnissmässige Kleinheit und ihre von vorn nach hinten zusammengedrückte Form.

Die einzelnen Bauchganglien nehmen von den beiden äussersten Enden des Körpers nach der Mitte der Bauchlinie hin allmälig an Dicke zu, und zwar so, dass die dicksten Bauchganglien zwischen dem 12ten und 15ten Bauchganglion liegen.

Von jedem Bauchganglion entspringen jederseits zwei Nervenstämmchen: ein vorderer und ein hinterer Seitennerv. Ihr Volumen richtet sich nach der Stärke des Ganglions, von welchem sie entspringen; in Bezug auf den Ort ihres Ursprunges aus dem Ganglion finde ich einen bestimmten Unterschied bei den aus den vorderen Bauchganglien entspringenden Seitennerven im Gegensatze zu den im hintern Theile des Thieres gelegenen Bauchganglien und ihren Seitennerven. Bei den ersteren entspringen die Seitennerven mehr aus der Mitte der Nervenknoten; je mehr aber diese in dem hintern Theile der Thiere gelagert sind, um so mehr rücken auch die Ursprungsstellen der Seitennerven nach dem hintern Theile des Knotens, so dass z. B. die Seitennerven des vorletzten Ganglions ganz an der hintersten Peripherie desselben entspringen.

Das hinterste Ganglion, von welchem meistens die den Saugnapf versorgenden Nerven entspringen, und welches ich deshalb als Saugnapfganglion bezeichne, hat eine mehr ovale Form und sendet jederseits acht Nervenfäden in die Muskulatur des Saugnapfes.

Das ganze Nervensystem ist von einer lockern, stark pigmentirten, von zahlreichen Capillargefässen durchzogenen Bindegewebsscheide umhüllt, welche sich sehr leicht vermittelst feiner Nadeln oder Staarlanzen von der unter ihr liegenden Nervenmasse ablösen lässt, wodurch die nackten, grauweissen Ganglien zu Tage treten. Schwieriger ist die Ablösung am Gehirn und Saugnapfganglion, und es mag dies der Grund sein, warum von den angeführten Autoren, ausser *Helmholtz*, bis jetzt hauptsächlich nur der Faserverlauf der Bauchganglien einer nähern Untersuchung unterworfen wurde.

Die herauspräparirten Nervencentren sind aber nochmals von einer festen Bindegewebshülle umgeben, welche ohne Verletzung der inneren Structurverhältnisse durch Nadeln nicht mehr von der unter ihr liegenden Nervenmasse abgetrennt werden kann, wegen ihrer Durchsichtigkeit aber eine ziemlich vollständige Untersuchung der von ihr umhüllten Gebilde gestattet.

Will hat sie mit *Helmholtz* als Neurilem bezeichnet, welche Benennung ich in Folgendem beibehalten werde.

Das Neurilem umgibt aber nicht nur die Bauchganglien, sondern auch die Verbindungsstränge, setzt sich auf die Seitennerven fort und schickt nach dem Innern der Bauchknoten faltenförmige Fortsätze, welche, als Scheidewände dienend, die einzelnen Abtheilungen der Ganglien von einander trennen.

1) Das Gehirn und das Schlundganglion.

Taf. I. fig. I.

Von früheren Autoren hat nur *Helmholtz* das Gehirn und das Schlundganglion berücksichtigt und, wenn auch in kurzen Zügen, doch sowohl den äussern anatomischen Bau derselben als auch den innern Faserverlauf richtig skizzirt. Seine Angaben, welche sich hauptsächlich auf Hirudo vulgaris beziehen, stimmen mit den Resultaten meiner Untersuchungen im Wesentlichen überein.

Durchschneidet man das Gehirn von Hirudo medicinalis in der Mittellinie, breitet die beiden Commissuren aus einander und betrachtet nun das Gehirn nebst Schlundganglion von oben, so bietet sich uns die Figur dar, welche ich in Taf. I. fig. I. linke Hälfte A. wiederzugeben versucht habe.

Man sieht hier den mittlern, longitudinal verlaufenden Faserzug a., welcher von der Basis des dreieckigen Ganglions aus neben der Mittellinie, resp. neben demselben Faserzuge der andern Hälfte des Ganglions, ohne mit diesem in Verbindung zu treten, nach hinten verläuft und, an der Spitze des Ganglions von der Mittellinie nach aussen abbiegend, in den gleichseitigen Verbindungsstrang A'. übergeht.

An seinem vordern Ursprunge erhält er Fasern, die von der Gehirnhälfte derselben Seite kommen (c. c'.). In seinem Verlaufe nach hinten erhält er seitliche Verstärkungen (b. b.), welche von den verschiedenen, seitlich und unterwärts gelegenen, gleich näher zu beschreibenden Nervenzellen-Abtheilungen entspringen. Ausserdem sieht man aber von ihm in spitzem Winkel abbiegende Nervenfasern (d. d.), welche zu den seitlich aus dem Schlundganglion entspringenden Nervenstämmen verlaufen.

Die beiden seitlich von der Längsachse des Schlundganglions neben einander verlaufenden Längsfaserzüge entspringen also theils aus Wurzeln, welche von dem Gehirn ihrer Seite kommen (c. und c'.), theils aus solchen Wurzeln, welche in seitlich gelegenen Ganglienabtheilungen ihren Ursprung nehmen (b. b.). An der Stelle aber, wo die beiden Längsfaserzüge im Gehirn auseinanderweichen, findet eine Durchkreuzung der Fasern in der Art Statt, dass von dem Gehirntheile der Hälfte A. Fasern in den Längsstrang der Hälfte B. übergehen (s. fig. I. d.), und umgekehrt. An dieser Durchkreuzungsstelle habe ich nun zuerst Nervenzellenformen beobachtet, welche bis jetzt von den Autoren, wahrscheinlich wegen Anwendung zu schwacher Vergrösserungen, bei den wirbellosen Thieren übersehen worden. Es sind multipolare Nervenzellen, deren Fortsätze deutlich einestheils in die Nervenfasern der Längsfaserzüge und anderntheils in die von dem Gehirn kommenden Fasern übergehen. (In fig. I. sind dieselben verhältnissmässig etwas zu gross gezeichnet.) Gerade an dieser Uebergangsstelle der Längsfaserzüge in das Gehirn finden sich dieselben am meisten, ohne dass ich sie jedoch auch in anderen Theilen des Schlundganglions vermisste. Wir werden dieselben später in den Bauchganglien wiederfinden und dort näher besprechen.

Zur Seite des Schlundganglions verschwinden die Fasern unter Abtheilungen von Ganglienzellen, welche, von der untern Fläche des Ganglions kommend, sich nach oben umbiegen und, den Rand des Schlundganglions gleichsam umsäumend, ungefähr noch den vierten Theil der obern Fläche desselben einnehmen. Ich unterscheide deutlich acht solcher gangliösen Massen, von denen

sechs an dem seitlichen Rande des Sehlundganglions, die beiden anderen an dessen vorderm Rande gelegen sind (s. fig. I. 1.—8.).

Dass diese, durch vom Neurilem kommende Seheidewände deutlich von einander getrennten Abtheilungen Nervenzellen in ihrem Innern bergen, davon überzeugt man sich am besten, wenn man das Ganglion herumdreht, so dass seine untere Fläche zur Anschauung kommt. Auf dieser Seite (s. fig. I. Seite B. 1.—8.) nehmen die seitlichen Wülste fast die ganze Oberfläche des Ganglions ein und lassen nur in der Mitte einen freien Raum, in welchem man bei tieferer Foealeinstellung die Längsfaserzüge verlaufen sieht. Die vorderen Abtheilungen dringen nicht so weit gegen die Mittellinie vor, so dass man auch von dieser Seite aus bei richtiger Einstellung des Foeus die Durchkreuzungsstelle des Gehirns (d.) beobaehten kann.

Eine jede dieser seitlichen sowohl wie der vorderen Abtheilungen ist angefüllt von birnförmigen Nervenzellen, welche aber nieht einzeln, sondern gruppenweise bei einander liegen, so dass jede Gruppe von einer eigenen, vom Neurilem kommenden feinen Bindegewebshülle eingekapselt zu sein scheint.

Alle Nervenzellen dieser seitlichen und vorderen Abtheilungen sind unipolare und senden ihre Fortsätze in Gruppen vereint nach innen, wo sie theils in die aus dem Ganglion entspringenden Seitennerven übergehen, theils aueh zur Verstärkung der nach hinten verlaufenden Längsfaserzüge beitragen.

Besonders bei letzteren Fasern, deren Bestimmung es also zu sein seheint, entferntere Theile des Körpers mit dem Gehirn in Verbindung zu setzen, glaubte ich einen Uebergang in die oben erwähnten multipolaren Nervenzellen beobaehtet zu haben; ich halte indessen auch einen Uebergang von Fortsätzen der unipolaren Nervenzellen in multipolare und von diesen in die Seitennerven für möglich. Aber gerade das Innere der seitliehen und der vorderen Regionen des Schlundganglions entzieht sich dureh die Menge der hier gelegenen Nervenzellen der genauern Untersuchung.

Was nun die aus dem Sehlundganglion entspringenden Nerven betrifft, so treten an der obern Fläehe des Ganglions (s. fig. I. Seite A.) bei Abtheilung 1., 2. und 3. mehrere Nerven aus, während von den Abtheilungen 4.—8. jede nur einen Nerv nach aussen entsendet.

Jeder der seitliehen Nerven hat zwei Wurzeln. Die eine (s. fig. I. Seite A. Abth. 7. d'.) kommt von den zu ihrer Abtheilung gehörenden Gruppen der unipolaren Nervenzellen, die andere (d.) kommt aus den Längsfaserzügen der betreffenden Hälfte A., führt also dem Seitennerv Faserelemente zu, welche sowohl von höher gelegenen Theilen des Gehirns entspringen als auch, durch das Zwischentreten der multipolaren Nervenzellen, die von dem Seitennerv versorgte Region des Körpers theils mit verseliedenen Theilen des Gehirns, theils mit anderen Körperregionen in Verbindung setzen.

An der Austrittsstelle der Nerven des Schlundganglions sowohl wie des Gehirns zeigt sich deutlich, dass beide von einem doppelten Neurilem eingehüllt sind. Die äussere Hülle setzt sich als Nervenscheide theils auf die Nerven des Gehirns und des Sehlundganglions, theils auf die zu dem letzten Bauchganglion führenden Verbindungsstränge fort. Die innere Hülle dagegen ist an den Austrittsstellen siebförmig durehlöchert (s. fig. I. Seite A.). Eine solehe Austrittsstelle fällt

leicht in's Auge und bietet bei oberflächlicher Untersuchung das täuschende Ansehen von grösseren, mit rundlichen oder länglichen Körpern erfüllten, fortsatzlosen, ovalen Zellen.

Die anatomische Anordnung der Nervenelemente der beiden seitlichen Gehirnmassen ist dieselbe, wie die des Schlundganglions. Jede Seite (s. fig. I. D. D′.) hat acht Abtheilungen von Nervenzellen, welche zu vier und vier, ebenfalls den vordern und den hintern Rand ihrer Gehirnhälfte umsäumend, auf der äussern Fläche des Gehirns in der Längsachse zusammenstossen (D′.), auf der innern Fläche dagegen nur wenig nach innen die Ränder des Gehirns überragen und so einen breiten Zwischenraum lassen (D.), in welchem man die feinsten Faserzüge des Gehirns ziemlich deutlich beobachten kann.

Die sechszehn Abtheilungen des Gehirns bieten dieselben Nervenzellenformen, wie die Abtheilungen des Schlundganglions. Die unipolaren birnförmigen Nervenzellen sind aber etwas grösser als die des Schlundganglions. *Helmholtz* hat (l. c. p. 16) ihre Fortsätze bis zu den Augennerven verfolgen können, welche Angabe ich nur bestätigen kann (s. D′. e.).

So wie der Faserzug des Schlundganglions seiner Hauptriehtung nach von vorn nach hinten in der Längsachse des Ganglions verläuft, so nehmen die Fasern des Gehirns dagegen eine Querriehtung an. Einzelne Fasern laufen direct quer durch den vordern Theil des Schlundganglions von einer Gehirnhälfte zur andern; ein anderer Theil dagegen biegt, wie schon erwähnt, nach hinten um und geht theils in den Längsfaserzug der entsprechenden Seite, theils, mit denen von der andern Gehirnhälfte kommenden sich kreuzend, in den Längsfaserzug der entgegengesetzten Seite des Schlundganglions über. An dieser Seite finden sich, wie erwähnt, die meisten multipolaren Nervenzellen, welche ich dagegen in den eigentlichen Gehirnpartheien vermisste.

2) Die Bauchganglien.

Taf. I. fig. II. u. fig. III.

Während die Untersuchung des Gehirns und Schlundganglions sowohl durch die bedeutende Stärke der sie umhüllenden Bindegewebskapseln als auch durch die Masse der diese Nervencentren umlagernden Muskelgruppen, Gefässe, Speicheldrüssen &c. &c. grösseren Schwierigkeiten unterworfen ist, ist die Beobachtung der Bauchganglien durch die leichte Hinwegnahme der äussern, lockern, schwärzlich pigmentirten Bindegewebsscheide und durch die Durchsichtigkeit des Neurilems sehr erleichtert.

Wir betrachten einstweilen eines der grösseren mittleren Ganglien, von welchen die kleineren vorderen oder hinteren Ganglien einige, wenn auch unbedeutende und nur äussere Abweichungen bieten.

Man nimmt ein solches Ganglion aus des Leibeshöhle des Thieres, präparirt die Seitennerven so viel wie möglich frei, durchschneidet die Verbindungsstränge in der Mitte zwischen den nächstliegenden Nervenknoten, breitet es auf einer Glasplatte aus, befreit es unter der Stativloupe von der lockern, schwärzlich pigmentirten Bindegewebshülle und gibt ihm nun eine solche Lage, dass die früher nach der Bauchseite des Thieres gerichtete untere Fläche nach oben sieht, seine Rückenfläche dagegen nach unten auf dem Objectglase ruht.

Es ist bei den herauspräparirten Ganglien nicht immer leicht zu bestimmen, welche in situ die Bauch- und welche die Rückenfläche des Ganglions gewesen, und es mögen auf diesem Umstande auch die abweichenden Ansichten der Autoren beruhen, indem *Valentin*, *Helmholtz* und *Will* als Bauchfläche bezeichnen, was von *Bruch* als Rückenfläche betrachtet wird.

Am sichersten kann man sich vor Irrthum dadurch schützen, dass man die lockere äussere Bindegewebshülle noch in situ über dem Ganglion mit einer Staarlanze aufschlitzt, so dass die Rückenfläche des Ganglions schon frei zu Tage tritt, während die Bauchfläche desselben noch von der Bindegewebshülle bedeckt bleibt. Präparirt man nun das Ganglion auf die oben angegebene Weise aus der Leibeshöhle, so kann man es leicht auf dem Objectglase ausbreiten, ohne Gefahr zu laufen, die untere Seite mit der obern zu verwechseln.

Ich kann aber nur mit *Valentin*, *Helmholtz* und *Will* gegen *Bruch* übereinstimmen, welche die mehr plane als die Rückenseite, die mehr gewölbte als die Bauchseite bezeichnen, und muss die von *Bruch* (s. seine Zeichnung fig. I. A.-B.) abgebildeten Figuren entschieden entgegengesetzt deuten, indem fig. A. nicht die untere, sondern die obere, fig. B. nicht die obere, sondern die untere Fläche vorstellt.

Wie erwähnt, ist die Bauchfläche der Ganglien stark gewölbt; aber auch die Rückenfläche ist nicht ganz plan, sondern zeigt eine kleine Wölbung; auch ziehen die Verbindungsstränge nicht, wie *Helmholtz* angibt, über die Rückenfläche der Ganglien hinweg, sondern sie senken sich in diese hinein, so dass, wenn man einen Verbindungsstrang in die Höhe hebt und von oben mit der Loupe betrachtet, derselbe sich in das Ganglion einsenkt, wie ein Stielchen in eine Birne, aber nicht ganz in der Mitte, sondern nach der Rückenfläche des Ganglions hin. Es fällt also der Schwerpunkt des Ganglions um so mehr in seinen Bauchtheil, als derselbe an und für sich mehr gewölbt ist als der Rückentheil desselben.

Bei der Beobachtung der Bauchseite eines nach obiger Angabe präparirten Ganglions finde ich nun, dass sich an demselben deutlich vier Abtheilungen unterscheiden lassen, die, wie *Bruch* bezeichnend angibt, den „vier Quadranten eines Kreises entsprechen, welchen das Ganglion darstellt, wenn man den paarigen Verbindungsstrang und die paarigen Seitennerven als Durchmesser betrachtet".

Es entstehen so, je nach der Anschauung, zwei paarige seitliche (s. fig. II. a. b. und c. d.) oder zwei vordere (a. und d.) und zwei hintere (b. und c.) Gruppen. Die seitlichen Gruppen treten bei Druck durch das Deckgläschen gegen die Mittellinie hin näher an einander; im natürlichen Zustande dagegen stehen sie etwas von einander ab und lassen in einiger Tiefe bei etwas geänderter Focaleinstellung deutlich diejenigen Faserbündel der Verbindungsstränge erkennen, welche, wie wir gleich näher sehen werden, das ganze Ganglion der Länge nach durchsetzen, ohne mit den Seitennerven und sonstigen Theilen der Ganglien oder auch unter sich selber in irgend welche Verbindung zu treten (s. fig. II. und III. o. o.).

Bei entsprechender Focaleinstellung, mässigem Druck vermittelst des Deckgläschens und Wassereinwirkung scheinen diese vier Abtheilungen von dicht an einander liegenden Nervenzellen angefüllt. Die Umrisse der einzelnen Zellen sind meist weniger deutlich, Kern und Kernkörper dagegen leicht zu erkennen. Unterwirft man aber vorher das Ganglion einer geeigneten

Behandlung mit verdünnter Essigsäure und gewöhnlichem Weingeist, so sieht man, dass die Nervenzellen nicht, wie von den Autoren angegeben, dicht an einander liegen, sondern dass sie, durch von den die einzelnen Abtheilungen einschliessenden Bindegewebskapseln entspringende Scheidewände von einander getrennt, gleichsam in Nestern eingebettet liegen. Sie bieten also dieselben Lageverhältnisse dar, wie die unipolaren Nervenzellen des Gehirns und des Schlundganglions. Bei nur geringer Druckanwendung von oben betrachtet, kann man an den einzelnen Zellen keine Fortsetzung erkennen; sie scheinen alle mehr oder weniger rundlich und keinen directen Zusammenhang mit Nervenfasern zu besitzen (s. fig. II. Abth. a. und b.). Erhöht man aber den Druck, so lagern sich die Zellen in ihren Nestern mehr seitlich, und nun sieht man deutlich von jeder Nervenzelle je einen Fortsatz entspringen, welche Fortsätze gruppenweise radiär nach dem Innern des Ganglions hinstreben (s. fig. II. A. Abth. c. und d.).

Bei geeigneter tiefern Focuseinstellung kann man diese Fasern bis zu den grösseren Faserzügen der gleich zu beschreibenden tieferen Abtheilungen des Ganglions verfolgen.

Apolare Zellen habe ich in keiner jener vier Abtheilungen der Bauchganglien wiederfinden können; auch bei Zerreissung und Zerfaserung dieser Gebilde oder bei dem Heraustreten der feinsten Elementartheile in Folge Berstens durch Wassereinsaugung sieht man alle austretenden Zellen entweder deutlich mit einem Fortsatze versehen, oder man kann die Stelle, wo derselbe abgerissen ist, deutlich erkennen. Anastomosen oder Durchkreuzungen der Nervenfaserzüge findet man in diesen vier Abtheilungen nicht; alle von den Zellen kommende Fasern sind radiär nach innen gerichtet. Ich stehe daher nicht an, diese vier Abtheilungen von Nervenzellenanhäufungen als denjenigen Theil der Bauchganglien zu betrachten, welcher nur von solchen Zellen erfüllt ist, von denen frische Zuzüge von Nervenfasern entspringen, um die bereits im Organismus vernutzten, vom Gehirn, Schlundganglion oder den mehr nach vorn gelegenen Bauchganglien entsprungenen Nervenfasern zu ersetzen. Ich bezeichne daher diesen nach der Bauchseite gelegenen Theil der Bauchganglien als Ergänzungsmasse, im Gegensatze zu der gleich zu beschreibenden Leitungsmasse der Rückenseite der Ganglien.

Die vier Abtheilungen der Ergänzungsmasse grenzen aber nicht nach aussen scharf ab, sondern biegen sich nach oben um und bilden so auf der Rückenseite vier Wülste, welche die Leitungsmasse nach aussen begrenzen und so zu der von den Autoren angegebenen charakteristischen Form derselben beitragen (s. fig. III. a. b. c. d.). In fig. XI. habe ich einen Querschnitt abgebildet, welcher mir mehrmals an in absolutem Alcohol erhärteten Ganglien gelungen und an welchem das gegenseitige Verhältniss dieser beiden Hauptabtheilungen der Ganglien, der untern und seitlichen Ergänzungsmasse b. und der obern Leitungsmasse a., deutlich zu erkennen ist. Auch äusserlich unterscheiden sich diese beiden Theile der Bauchganglien dadurch, dass die Ergänzungsmasse in der Farbe entschieden dunkler nuancirt ist als die Leitungsmasse, weshalb schon *Helmholtz* (l. c. p. 29), gewiss nicht mit Unrecht, die unteren, ergänzenden Theile der Bauchganglien mit der grauen, die oberen, leitenden Theile derselben mit der weissen Nervensubstanz der Wirbelthiere vergleicht.

An dem innern Rande der seitlichen Ergänzungswülste dringen von der Kapsel des Neurilems faltenförmige Fortsätze nach innen und trennen dadurch eine Strecke weit die graue Substanz

von der weissen (s. fig. III. s. und fig. XI. s.). Sie tragen am meisten zur Bildung der von den Autoren beschriebenen charakteristischen Form der Rückenseite der Bauchganglien bei.

Zur genauern Untersuchung der Leitungsmasse muss man das Ganglion auf seine Bauchfläche legen, so dass seine natürliche Rückenseite nach oben sieht. Bei oberflächlicher Focaleinstellung und schwacher Vergrösserung erkennt man, besonders ohne Anwendung des Deckgläschens, leicht jene eigenthümliche Figur, welche von allen Autoren genügend beschrieben und von *Bruch* in seiner Figur I. A. abgebildet worden ist. *Valentin* und *Will* schreiben, gewiss mit Recht, die Bildung der innern viereckigen, seitlich von den Ergänzungswülsten begrenzten Figur Scheidewänden zu, welche von der Umhüllungskapsel in's Innere der Ganglien dringen. *Bruch* glaubt, dass diese Scheidewände auch die zwischen den einzelnen Abtheilungen der Ganglienmassen verlaufenden Nervenfaserzüge nach ihren Austrittsstellen hin begleiten. Ich habe mich von Letzterm nicht überzeugen können; diese Fortsätze des Neurilems erscheinen mir nur als mehr oder weniger tief in die Zwischenräume der einzelnen Abtheilungen der Ganglien eindringende Faltungen desselben, welche mit den Nervenfaserzügen in keinerlei Verbindung treten.

Um über den Faserverlauf der Leitungsmasse eine klare Anschauung zu erhalten, müssen wir dieselbe in zwei verschiedenen Ebenen beobachten, welche wir durch höhere oder tiefere Einstellung des Focus gewinnen.

Hat man mit dem Instrumente die Oberfläche des Neurilems passirt und sich von den vielfach sich durchkreuzenden Fasern seiner Bindegewebselemente eine deutliche Anschauung verschafft, so stellt man den Focus des Instrumentes um ein Weniges tiefer ein, und man gewinnt nun die Anschauung der ersten, oberflächlichern Ebene der Leitungsmasse des Ganglions. Auch hier sieht man die verschiedensten Fasern; dieselben sind aber in Zügen vereint und unterscheiden sich von den ordnungslos sich durchkreuzenden Fibrillen des Neurilems durch ihren geordneten und symmetrischen Verlauf. Bei Anwendung geeigneter Reagentien und stärkerer Vergrösserungen sieht man auch deutlich schon in dieser Schichte der Leitungsmasse multipolare Ganglienzellen, deren Ausläufer in die Nervenfasern übergehen. Betrachtet man dagegen die Ein- und Austrittsstellen der Verbindungsstränge sowohl wie der Seitennerven an der Peripherie der Ganglien, so verschwinden alle diese Nervenzüge vor unseren Augen; sie werden von der obersten Schichte der Leitungsmasse bedeckt, und nur hier und da treten einzelne stärkere Faserzüge der tiefern Schichte der Leitungsmasse schon, wenn auch mit unbestimmten Umrissen, in's Gesichtsfeld. Die Verbindungsstränge gehen also nicht über das Ganglion hinweg, sondern treten, wie ich schon oben bemerkte, durch dasselbe hindurch.

Deutlich dagegen zeigt sich der Faserverlauf der Leitungsmasse bei Beobachtung ihrer zweiten, tiefern Schichte, und man erhält hier besonders über diejenigen Theile der Verbindungsstränge eine klare Anschauung, welche theils mit den Nervenelementen des Ganglions in Verbindung treten, theils direct in die Seitennerven übergehen.

Die Untersuchung dieser Verhältnisse ist nicht leicht und nur durch Anwendung verschiedener Hülfsmittel zu ermöglichen.

Die Resultate meiner Untersuchungen stimmen aber, wie man aus dem Folgenden ersehen wird, nicht mit den von *Bruch* mitgetheilten, etwas gar zu einfachen Vorstellungen überein. Lange

fortgesetzte Untersuchungen haben mich hinlänglich überzeugt, dass der Faserverlauf auf Nichts weniger als auf einfacher Durchkreuzung beruht, wie sie *Bruch* beschreibt und in seinen Figuren schematisch abbildet; sondern dass derselbe, durch das Zwischentreten von oben erwähnten multipolaren Zellen, welche zwar von *Valentin* und *Will* angedeutet, aber bis jetzt bei niederen Thieren nicht weiter beobachtet worden sind, sehr complicirte Verhältnisse annimmt.

Um nun über diesen Faserverlauf eine deutliche Anschauung zu gewinnen, verfolgen wir einen Verbindungsstrang bei seinem Eintritte in das Ganglion und besonders in die tieferen Schichten der Leitungsmasse.

Alle früheren Autoren haben der Einschnürungen der Verbindungsstränge kurz vor ihrem Eintritte in die Ganglien und hinter ihrem Austritte aus denselben erwähnt und dieselben genauer beschrieben. Jenseits dieser Einschnürungen zeigen die Verbindungsstränge eine ihre gewöhnliche Weite überbietende Erbreiterung, die einer gangliösen Anschwellung wohl ähnlich sieht, in welcher sich aber in der That niemals Ganglienzellen finden. Dieselbe wird nur hervorgerufen durch eine Anhäufung von feinkörniger Substanz, welche in den Verbindungssträngen die feinsten Nervenfibrillen umhüllt; durch Druck mit dem Deckgläschen wird diese Anschwellung noch vermehrt, indem sich diese körnige Masse, dem Drucke nach den Seiten hin ausweichend, an den Einschnürungsstellen staut und so das Neurilem noch mehr ausdehnt.

Gleich hinter der vordern Einschnürungsstelle zerfällt der Verbindungsstrang in vier deutlich von einander getrennte und verschiedene Richtung einschlagende Nervenstämmchen (s. fig. III. 0. 1. 2. 3.).

Der am meisten nach innen abspringende Stamm 0. durchzieht, zur Seite der Mittellinie, resp. eines in der Mittellinie verlaufenden, später näher zu erörternden Gefässes i., zwischen Leitungs- und Ergänzungsmasse hinziehend, das ganze Ganglion, ohne mit dessen zelligen oder faserigen Elementen in Verbindung zu treten. Eben so wenig geht er mit dem gleichbedeutenden Stamme des Verbindungsstranges der andern Seite irgend welche Verbindung ein.

Der zweite Stamm (s. fig. III. 1.; er ist am deutlichsten an dem Verbindungsstrange e'. zu verfolgen, da auf dieser Seite der Zeichnung der Deutlichkeit wegen die Stämme 2. und 3. weggelassen sind) theilt sich vor seinem Eintritte in die Leitungsmasse meist in zwei Stämmchen, von welchen der kleinere, wie es scheint, direct in die Ergänzungsmasse übergeht und sich hier der fernern Beobachtung entzieht. Der grössere, mehr nach innen gelegene Theil dieses zweiten Stammes tritt in die tiefere Schichte der Leitungsmasse ein und bildet hier in den seitlichen Theilen derselben, in der Richtung nach den vorderen Seitennerven, einen breiten Faserzug (s. fig. III. k.). Derselbe erhält theils aus den tieferen Theilen der Ergänzungsmasse, theils aus deren seitlichen Wülsten vielfache Zufuhr neuer Nervenelemente und bildet mit dem gleichen Faserzuge der andern Seite in der Mitte der Leitungsmasse mannigfache Anastomosen.

In seinem ganzen Verlaufe sieht man hinter einander liegende, grössere und kleinere multipolare Zellen, welche, wie es scheint, besonders den Uebergang der neuen Nervenelemente in die Faserzüge der Leitungsmasse zu vermitteln scheinen. Häufiger noch treten solche multipolare Zellen, die vorigen an Grösse übertreffend, in den quer verlaufenden Anastomosen des mittlern Theiles der Leitungsmasse auf (s. fig. III. l.).

Je mehr der seitliche Faserzug der Leitungsmasse sich dem vordern Seitennerv nähert, um so mehr erbreitert sich derselbe, aus welcher Erbreiterung schliesslich mehrere, einen Theil der vorderen Seitennerven bildende Wurzeln entspringen (s. fig. III. p.).

Ein anderer Theil dieser Erbreiterung geht nach hinten und vereinigt sich mit Faserzügen, welche aus der Tiefe der hintern Abtheilung des Ganglions kommen, zu einem breiten Nervenbande, das in querem Verlaufe brückenartig zu der entsprechenden Stelle der andern Seite hinüberzieht (s. fig. III. m.).

Eine ähnliche, aber schmälere und weniger deutlich hervortretende Brücke findet sich mehr nach vorn. Sie scheint besonders die beiden vorderen Seitennerven in gegenseitige Verbindung zu setzen (s. fig. III. n.).

An der äussern Seite jener Stelle der seitlichen Faserzüge, von welcher nach innen die Brücke m. abgeht, entspringen Nervenwurzeln, welche die hinteren Seitennerven bilden helfen (s. fig. III. q.).

In fig. VIII. habe ich diese Stelle der Leitungsmasse bei einer 600fachen Vergrösserung abgebildet. Deutlich sehe ich hier die multipolaren Nervenzellen und den Zusammenhang ihrer Ausläufer mit den Nervenfibrillen. a. ist der Anfang der Querbrücke, b. die vordere Wurzel des hintern, c. ein Theil der Wurzeln des vordern Seitennervs.

Der dritte von vorn in das Ganglion eintretende Nervenstamm (s. fig. III. 2.) geht direct in den vordern Seitennerv über, ohne mit den Elementen des Ganglions selbst in irgend welche Verbindung zu treten.

Dasselbe Verhältniss finden wir bei dem vierten Stamme des Verbindungsstranges, der ebenfalls direct in den hintern Seitennerv übergeht, ohne mit anderen Nervenelementen des Ganglions in Verbindung zu treten (s. fig. III. 3). Die vorderen und hinteren Seitennerven stehen aber beiderseits noch in directer Verbindung durch Fasern, welche an der Stelle des Eintrittes der Seitennerven in die weisse Substanz bogenförmig in einander übergehen. Oefters beobachtete ich auch an dieser Stelle eine grössere multipolare Zelle, welche seitlich in jeden Seitennerv und nach innen zu den beiden Brücken m. und n. ihre Fortsätze entsendete.

Bei der Beobachtung des Austrittes der Verbindungsstränge aus dem Ganglion gewann ich von den vorigen verschiedene Resultate.

Hier unterscheide ich nur drei Wurzeln, von welchen die dritte in viele kleinere zerfällt.

Die erste ist der erwähnte erste Stamm des eintretenden Verbindungsstranges (s. fig. III. 0.), welcher, nachdem er, neben der Mittellinie verlaufend, das Ganglion in gerader Richtung von vorn nach hinten durchsetzt hat, an der Austrittsstelle etwas nach aussen abbiegend, sich mit den beiden anderen Wurzeln 4. und 5. zu dem austretenden Verbindungsstrange vereinigt.

Die zweite Wurzel (s. fig. III. 4.) kommt von der hintern Abtheilung der Leitungsmasse aus Faserzügen, welche theils mit der Querbrücke m. und den hinteren Seitennerven, theils mit aus der Tiefe kommenden neuen Elementen der grauen Substanz in Verbindung stehen. Auch hier fand ich vielfach zwischen den Nervenfasern eingebettete und mit diesen in Verbindung stehende multipolare Nervenzellen.

Die dritte Wurzel (s. fig. III. 5.) endlich ist nur aus neuen, von den unipolaren

Zellen der beiden hinteren Abtheilungen der Ergänzungsmasse kommenden Nervenfasern zusammengesetzt.

Wir unterscheiden also bei jedem Bauchganglion, in Bezug auf die eintretenden Nervenelemente, folgende Faserzüge:

1) Faserzüge, welche, von den vorderen Bauchganglien resp. dem Schlundganglion und Gehirn kommend, das ganze Ganglion in seiner Längsachse durchsetzen, ohne mit seinen Nervenelementen in irgend welche Verbindung zu treten. Unter ihnen befinden sich also wirkliche Gehirnnerven, welche das Gehirn mit den entfernteren Körpertheilen in Verbindung setzen.

2) Faserzüge, welche, ebenfalls von vorn kommend, ohne mit den Bestandtheilen des Ganglions in Verbindung zu treten, direct in die beiden Seitennerven übergehen.

3) Faserzüge, welche, vom Gehirn und den vorderen Ganglien kommend, im Ganglion selbst sich theils nach den verschiedensten Richtungen hin durchkreuzen, theils durch multipolare Zellen in die innigste Beziehung zu einander treten und dadurch die mannigfaltigsten Wechselwirkungen einleiten können.

4) In dem Ganglion selbst neu gebildete Nervenelemente, welche, aus den unipolaren Zellen der Ergänzungsmasse entspringend, entweder direct zur Bildung der Seitennerven und besonders der austretenden Verbindungsstränge beitragen oder durch multipolare Zellen vorher theils unter sich, theils mit den sub 3 beschriebenen Faserzügen in vielfache wechselseitige Verbindung treten.

Eine einfache Durchkreuzung der Nervenelemente, wie sie *Bruch* in seinen Figuren 2.—5. schematisch abgebildet, findet also nicht Statt. *Bruch* sucht durch die Annahme derselben hauptsächlich seine Figuren 1. und 2. erklären zu wollen, welche, wenn auch bei schwacher Vergrösserung, doch ziemlich naturgetreu gezeichnet sind. Diese Figuren finden aber durch meine obige Schilderung hinlängliche Erläuterung.

Ich muss aber noch einiger anderen Abweichungen erwähnen, die sich mir bei meinen Untersuchungen gegenüber den Ansichten früherer Autoren ergeben haben.

Schon oben habe ich angeführt, dass *Bruch* irrthümlich die Bauchseite als die Rückenseite betrachtet, während *Valentin*, *Helmholtz* und *Will* diese Verhältnisse richtig geschildert haben.

Auf der Bauchfläche unterscheiden nun *Helmholtz* und *Valentin* sechs Abtheilungen, während *Will* und *Bruch* deren nur fünf beschreiben, zwei seitliche und eine mittlere, birnförmige.

Sechs Abtheilungen habe ich in der That einige Male gefunden. Es zerfallen dann die beiden grösseren Abtheilungen (denn die vorderen und hinteren Abtheilungen sind sich nur in den mittleren Ganglienknoten gleich; in den vorderen Knoten sind auch meist die vorderen Abtheilungen die grösseren, in den hinteren die hinteren) wieder in zwei durch Scheidewände getrennte Unterabtheilungen. Gleichzeitig beobachtete ich hierbei einen tiefen Ursprung des ersten Astes eines Seitennervs, so dass jederseits nicht zwei, sondern drei Seitennerven aus dem Ganglion zu entspringen schienen.

Die Annahme von sechs Abtheilungen kann aber auch auf einer Täuschung beruhen, indem die hintere Querbrücke der Leitungsmasse, selbst bei oberflächlicher Einstellung des Focus, deutlich hervortritt und die beiden hinteren Abtheilungen in zwei Unterabtheilungen zu theilen scheint.

Wie steht es nun aber um *Will*'s und *Bruch*'s fünfte, mittlere, birnförmige Abtheilung, die auch *Valentin* mitunter gesehen, bei welcher er aber, wie *Bruch* mit Recht bemerkt, das vordere Ende mit dem hintern verwechselt hat?

Die ganze mittlere fünfte Abtheilung ist aber in der That eine Täuschung, welche auf doppelte Weise entstehen kann.

Schon *Will* bemerkt, dass bei Wassereinsaugung die beiden vorderen Abtheilungen anschwellen und die mittlere zu einem schmalen Streifen zusammendrängen, „deren Basis nur, welche über die Seitenabtheilungen hinausreicht, ungeschmälert bleibe.“ Wie will man aber diese in der That ganz richtige Beobachtung erklären, wenn die mittlere Abtheilung mit denselben Elementen erfüllt wäre, dieselbe innere Structur zeigte, wie die seitlichen? Würde sie nicht bei Wassereinsaugung eben so aufquellen, sich eben so ausdehnen müssen, wie die anderen Abtheilungen des Ganglions?

Es besteht aber zwischen den beiden seitlichen vorderen Abtheilungen eine Spalte; besonders bei Druck durch das Deckgläschen weichen diese Abtheilungen an ihrem hintern Ende oft weit aus einander, während sie vorn meist dicht an einander gelagert bleiben; so entsteht jene dreieckige Figur, deren Spitze nach vorn, deren Basis nach hinten gerichtet ist und welche letztere deshalb „über die Seitenabtheilungen hinausreicht“ *(Will)*, weil sie eben von den die vorderen und hinteren Seitenabtheilungen trennenden Querscheidewänden gebildet wird.

Beobachtet man aber das Ganglion von der Rückenseite, so kann der Irrthum noch leichter in anderer Weise entstehen. Es treten dann die zwischen Ergänzungs- und Leitungsmasse eingesenkten seitlichen Falten der Scheidewände gleichzeitig mit der hintern Nervenbrücke (fig. III. m.) der Leitungsmasse, welche, wie erwähnt, meist sehr deutlich und scharf contourirt erscheint, in's Gesichtsfeld und rufen so ein Bild hervor, welches leicht zur Annahme einer mittlern fünften Abtheilung Veranlassung geben kann.

---

3) Das Saugnapfganglion.

Taf. I. fig. IV.

Das letzte Ganglion in der Ganglienkette des Blutegels liegt zum grossen Theile schon in der Muskulatur des Saugnapfes eingebettet, und da alle von ihm ausgehenden Nerven fast nur zu dem Saugnapfe hingehen, so bezeichne ich dasselbe als Saugnapfganglion.

Es hat eine ovale Gestalt und zeigt auf seiner Bauchfläche acht Abtheilungen von Ergänzungsmasse, welchen eben so viele Nervenursprünge entsprechen. Seitlich sind diese Abtheilungen durch tief eindringende Faltungen des Neurilems von einander geschieden; man kann diese Einkerbungen am Rande des Ganglions sowohl von der Bauch- als von der Rückenfläche aus leicht beobachten.

Die Ergänzungsmasse dieses Ganglions stimmt in Bezug auf ihre innere Structur wesentlich mit der vorher beschriebenen Ergänzungsmasse des Gehirns, des Schlundganglions und der Bauchganglien überein.

In fig. IV. A. habe ich das Bild naturgetreu wiederzugeben versucht, welches man bei tieferer Einstellung des Focus während der Beobachtung von der Rückenfläche des Ganglions aus erhält. Man sieht hier seitlich die unipolaren Zellen der Ergänzungsmasse, deren Fasern nach innen in die Leitungsmasse eindringen und hier theils durch multipolare Zellen mit den letzten Ausstrahlungen der Verbindungsstränge in Verbindung treten, theils direct in die Seitennerven übergehen.

Stellt man den Focus des Instrumentes dagegen so ein, dass die Endausstrahlungen der Verbindungsstränge deutlich in's Gesichtsfeld treten, so erhält man das Bild, welches ich mehr schematisch in fig. IV. B. wiederzugeben versucht habe. Man sieht, wie der Verbindungsstrang allmälig sich in die acht Seitennerven des Ganglions auflös't (s. fig. IV. B. a.), während diese gleichzeitig noch neue Elemente aus der Tiefe von der ihnen entsprechenden Abtheilung der Ergänzungsmasse erhalten (s. fig. IV. B. b.).

4) Die Verbindungsstränge und die Seitennerven.

Taf. I. fig. V. VI. VII.

Die Verbindungsstränge (s. fig. V. B.) bestehen aus einer kernhaltigen Bindegewebskapsel (a.) [dem mehrerwähnten Neurilem], aus feinen Nervenprimitivfasern (b.) und aus einer feinkörnigen, diese umhüllenden Substanz (c.).

Wir haben oben schon erwähnt, dass die feinkörnige Substanz sich durch Druck frei zwischen den Primitivfasern und dem Neurilem hin und her schieben lässt. Lässt man langsam verdünnte Essigsäure auf das Präparat einwirken, so quillt die feinkörnige Masse aus dem Durchschnittsende hervor, während verdünnte Salpetersäure keinen Einfluss auf sie ausübt.

Aether macht sie allmälig erblassen; die Fasern treten dann deutlich neben einander gelagert hervor.

Es ist auffallend, dass von den früheren Autoren Keiner des Unterschiedes erwähnt, welcher zwischen der Structur der Verbindungsstränge und derjenigen der Seitennerven besteht. Die Primitivfasern der ersteren sind bedeutend feiner und zeigen nie intercurrente Nervenzellen. Sie haben meist eine Breite von 0,0018‴, während die Fibrillen der Seitennerven eine Breite von 0,0035‴—0,005‴ zeigen.

Den Seitennerven dagegen fehlt vollständig die feinkörnige Masse der Verbindungsstränge. Ihre Fasern scheinen viel zäher zu sein; an Durchschnittsstellen treten ihre Enden kolbig hervor. Verdünnte Essigsäure macht die feinsten Fibrillen der Verbindungsstränge schnell erblassen, während sie auf die Fasern der Seitennerven nur langsam einwirkt; verdünnte Salpetersäure macht beide Arten von Fasern deutlicher und ist daher auch zum Studium des Faserverlaufes der Centralorgane zu empfehlen.

Bruch erwähnt einer gangliösen Anschwellung des Seitennervs ungefähr 1‴ von seinem Ursprunge aus dem Ganglion und lässt dieselbe durch apolare Zellen, welche isolirt zwischen den Primitivfasern liegen sollen, bedingt sein.

Ich habe diese Anschwellung ebenfalls gesehen und in fig. VII. abgebildet, habe mich aber auf das Bestimmteste überzeugt, dass auch hier nur unipolare oder bipolare Zellen sich

vorfinden; an allen Zellen konnte ich einen oder zwei sich diametral gegenüberstehende Fortsätze unterscheiden.

Apolare Zellen habe ich bei Hirudo weder in den Centralorganen noch in den Seitennerven oder Verbindungssträngen vorgefunden.

Die von *Bruch* in den Seitennerven gefundenen intercurrenten Nervenzellen habe auch ich in beiden Seitennerven beobachtet. Sie hatten meist eine Breite von 0,007‴—0,01‴.

Dicht am Austritte aus dem Ganglion findet sich häufig an den Seitennerven eine, schon mit blosem Auge erkennbare Anschwellung, welche um so leichter mit einer gangliösen Schwellung verwechselt werden könnte, als bei Druck mit dem Deckgläschen unipolare Zellen leicht aus dem Ganglion bis zu dieser Stelle verschoben werden (s. fig. VI. b.). Die Anschwellung wird (fig. VI. a.) blos durch eine eigenthümliche Invagination und Einschnürung des Neurilems hervorgerufen.

Ueber das Verhalten der unipolaren Zellen zu den Primitivnervenfasern und den multipolaren Zellen geben die Figuren IX. und X. Aufschluss, welche theils an Zerpupfungspräparaten nach Behandlung mit verdünnter Chromsäure, theils an Imbibitionspräparaten mit carminsaurem Ammoniak gewonnen sind.

Zum Schlusse muss ich noch eines Gefässes erwähnen, welches bis jetzt von den Autoren übersehen worden.

Es entspringt aus dem Bauchgefässe, dringt am Ursprunge der Verbindungsstränge aus dem Schlundganglion zwischen diese ein und verläuft beständig zwischen beiden durch die Längsachse des Thieres bis zum Saugnapfganglion. Während seines Verlaufes gibt es feine Capillaren an das Neurilem der Verbindungsstränge ab. An den Bauchganglien tritt es mit den Verbindungssträngen in diese hinein und durchsetzt dieselben genau in der Mittellinie, seitlich von den durchsetzenden Wurzeln der Verbindungsstränge begleitet. Ueber sein weiteres Verhalten im Innern des Ganglions habe ich keinen Aufschluss erhalten können.

Durch Anhäufung seines körnigen Inhaltes zeigt es manchmal während seines Verlaufes Anschwellungen, welche leicht mit intercurrenten Nervenzellen verwechselt werden können. Ich hielt dasselbe daher selbst anfänglich für einen dritten feinsten Nervenstrang, vielleicht dem sympathischen Nervensysteme angehörend, glaube jetzt aber, dasselbe wegen seines von dem der Verbindungsstränge verschiedenen Verhaltens gegen Reagentien für ein dem Gefässsysteme angehörendes Organ betrachten zu müssen.

LUMBRICUS AGRICOLA.

Taf. II. fig. I.—XIII.

Während bei Hirudo medicinalis die beiden Längscommissuren und die Ganglienanschwellungen als deutlich von einander gesonderte Theile auftreten, gehen dieselben bei Lumbricus agricola so in einander über, dass der Bauchstrang bei der Beobachtung mit unbewaffnetem Auge als ein einheitlicher, ziemlich platter Strang von fast gleicher Breite erscheint.

Mit Hülfe des Mikroskopes kann man aber auch hier, wie wir später sehen werden, den, dem Nervensysteme der Würmer eigenen bilateralen Typus erkennen, indem die Bildung des Stranges als aus der innigsten Vereinigung der beiden Längscommissuren und der diesen angehefteten Ganglienanschwellungen hervorgegangen erscheint.

Die bei der mikroskopischen Untersuchung deutlich zu erkennenden, seitlich von dem Bauchstrange gelegenen Ganglienanschwellungen entsprechen auch den einzelnen Körpersegmenten eben so, wie die Ganglienknoten des Bauchstranges von Hirudo.

Aus diesen Anschwellungen entspringen für jedes Körpersegment jederseits zwei Nerven, welche, in rechtem Winkel abbiegend, sich zu den Organen ihres Segmentes begeben.

Ausser diesen, aus den Ganglienanschwellungen selbst entspringenden Nervenpaaren, die offenbar den aus den Ganglienknoten bei Hirudo kommenden Nervenpaaren entsprechen, zweigen sich ferner einzelne Nerven in der Mitte zwischen zwei Ganglienanschwellungen des Bauchstranges ab, da, wo dieser die geringste Breite zeigt.

Während aber die paarigen Seitennerven aus dem Rande des Bauchstranges hervorgehen, kann man den Ursprung dieser Einzelnerven auf der Bauchfläche des Bauchstranges mehr bis zur Mitte desselben hin verfolgen. Sie treten mit den Zellen der Randganglien in keine Verbindung, sondern erhalten ihre Faserelemente dadurch, dass die in der Längslinie verlaufenden, vom Gehirn und den vorderen Ganglien kommenden Nervenfaserzüge seitlich abbiegen und direct in diese unpaarigen Seitennerven übergehen. Sie sind ferner von einem kleinen Gefässchen begleitet, welches aus dem gleich zu beschreibenden Bauchgefässe des Bauchstranges seinen Ursprung nimmt.

Durch seine ununterbrochen in einander übergehenden Anschwellungen erhält der Bauchstrang das Aussehen einer dicht gereihten Perlschnur von länglichen Perlen.

Die seitlich gelegenen Nervenzellenhaufen, welche die Ganglienanschwellungen des Bauchstranges bedingen, sind aber nicht von einer eigenen Kapsel umhüllt und dadurch von den

faserigen Gebilden des Bauchmarkes getrennt, sondern sie liegen frei an dessen Rande und gehen durch die dichte Aneinanderlagerung ihrer zelligen Elemente an ihren Rändern so in einander über, dass es fast unmöglich scheint, zu bestimmen, welcher von den benachbarten Anschwellungen die einzelnen Mittelzellen angehören. Es werden also die seitlichen Ränder des Bauchmarkes von einer ununterbrochenen Linie von Nervenzellen, die Ganglienknoten selbst durch seitliche Anhäufung derselben an den Austrittsstellen der Seitennerven gebildet.

Die seitlichen Nervenzellenhaufen nehmen an den Austrittsstellen der paarigen Seitennerven in ihrer Mitte ungefähr ein Drittel der Breite des Bauchstranges ein, während sie in der Mitte zwischen den Austrittsstellen zweier benachbarten Nervenpaare, d. i. an den Austrittsstellen der unpaarigen Seitennerven nur ein Fünftel des Bauchstranges bilden (s. fig. II. a. a.).

Ausser diesen seitlichen Nervenzellenmassen sehe ich noch durch die Längsachse des Bauchnervenstranges eine Kette von Nervenzellen verlaufen, welche an Breite ungefähr ein Fünftel der Breite des Bauchmarkes einnimmt (s. fig. II. b.).

Zwischen diesen mittleren und seitlichen Nervenzellenanhäufungen liegen beiderseits, entsprechend den beiden Längscommissuren von Hirudo, der Länge nach verlaufende Nervenfaserbündel, welche zwischen den einzelnen Ganglienanschwellungen sowohl mit den mittleren als auch mit den seitlichen Nervenzellen in Verbindung treten, an den Austrittsstellen der paarigen sowohl wie der einzelnen Seitennerven dagegen directe Faserzüge in diese abgeben (s. fig. II. c. c. und d. d.).

Auch sieht man deutlich Faserzüge an den Seitennervenursprüngen vorbeiziehen, ohne mit diesen oder den Zellenelementen der benachbarten Ganglienanhäufungen in Verbindung zu treten. Es sind vom Gehirn oder den mehr vorn gelegenen Ganglien kommende Fasern, welche, für entferntere Körpergegenden bestimmt, erst später entweder in die Seitennerven abbiegen oder in die verschiedenen zelligen Elemente des Bauchnervenstranges und deren Ausläufer übergehen.

Die beschriebene Beschaffenheit zeigt der Bauchstrang durch seinen ganzen Verlauf in der Bauchlinie des Thieres. Selbst die beiden äussersten Ganglien, welche bei Hirudo sich durch ihre verschiedene Form und ihren Bau deutlich als Schlund- und Saugnapfganglion differenziren liessen, zeigen hier so mit den übrigen Theilen des Bauchmarkes übereinstimmende anatomische und mikroskopische Charaktere, dass eine Einzelbeschreibung derselben wegfällt.

Vom vordern Rande des vordern sog. Schlundganglions gehen jederseits zwei schmale Commissuren nach vorn und oben (s. fig. I. e. e.), umschliessen den Schlund des Thieres und endigen auf demselben in eine kolbige Anschwellung (s. fig. I. a. a.), welche Anschwellungen in der Mittellinie, mit ihrem rundlichen Rande aneinanderstossend, theils durch das Neurilem, theils durch ihre Grundmasse zwar mit einander innig verbunden sind, ohne dass aber ihre faserigen oder zelligen Elemente direct in einander übergehen.

Von diesen kolbigen Enden der Seitencommissuren, welche also dem Gehirn von Hirudo entsprechen würden, entspringen die zu den Lippen- und Sinnesorganen verlaufenden Nerven (s. fig. I. b. b.). Kleine, mit in den Schlund eindringende Nerven entspringen am innern Rande der Commissuren, zwei grössere Stämme dagegen, welche die seitlichen Theile des Kopfes der Thiere versorgen, am Ursprunge der Commissuren aus den unteren Schlundganglien (s. fig. I. c. c. und d. d.).

Ueber den Ursprung der paarigen Seitennerven habe ich folgende Anschauungen gewonnen.

An jedem der paarigen Seitennerven unterscheide ich deutlich folgende Wurzeln. Die Wurzel e. kommt von den seitlich von dem Nervenursprung gelegenen Zellen; d. kommt von den Längsfasern des Bauchstranges, welche an der Ursprungsstelle der Seitennerven seitlich abbiegen und hier direct in die betreffenden Seitennerven übergehen. Der, die dritte Wurzel bildende Faserzug f. dagegen kommt von den in der Mittellinie des Bauchmarkes gelegenen Zellen. Ausserdem sah ich auch Fasern, welche in einem zwischen den beiden Seitennerven gelegenen Bogen von einem Nerv in den andern direct übergingen. Wir finden hier also eine sehr grosse Aehnlichkeit mit den Ursprüngen der peripherischen Nerven in den Bauchganglien des Blutegels.

Ueber den Ursprung der unpaarigen Seitennerven habe ich schon früher berichtet.

Das ganze Nervensystem wird von einem dichten Neurilem umhüllt, welches durch die Menge seiner Gefässe, Capillaren, Bindegewebsbündel &c. die mikroskopische Untersuchung bedeutend erschwert. Denn während wir bei Hirudo die Blutgefässe des Bauchstranges, eingebettet in einer schwärzlich pigmentirten Bindegewebsscheide, die unter ihr liegenden Nervenelemente nur locker umhüllen sahen, so dass es leicht wurde, sie von den inneren Theilen loszupräpariren, sind hier die Gefässe und ihre Capillaren so innig mit dem eigentlichen Neurilem verwebt, dass eine Lostrennung ohne Zerreissung des Bauchstranges selbst nicht möglich ist. Zudem zeichnet sich der Bauchstrang von Lumbricus agricola bekanntlich durch einen grossen Gefässreichthum aus, da derselbe von vier Gefässen begleitet wird, von welchen zwei kleine zu den Seiten des Bauchstranges, von den beiden grösseren das eine auf der Rückenseite, das andere auf der Bauchseite gelagert sind. Durch ihren gelbröthlich gefärbten Blutinhalt sind sie bei dem frisch geöffneten Thiere schon mit blosem Auge leicht zu erkennen. Bringt man ein solches frisch präparirtes Stück unter das Mikroskop, so kann man durch die gelbliche Farbe ihres Inhaltes schon bei schwacher Vergrösserung die feinen, unter einander anastomosirenden Gefässe erkennen, welche an einzelnen Stellen kolbige Ausbuchtungen zeigen (s. fig. XIII. b. b.). Wendet man stärkere Vergrösserungen (600fach) an, so nimmt man die feinsten Capillaren wahr als unter einander zusammenhängende feine Linien, welche in ihren Knotenpunkten sich zu einer vieleckigen kernhaltigen Figur erweitern (s. fig. XIII. c. c.). Am deutlichsten konnte ich die Capillaren an einem vorher in absolutem Alkohol erhärteten Präparate durch verdünntes caustisches Natron darstellen. Setzte ich dem Präparate Essigsäure hinzu, so bemerkte ich eine eigenthümliche Erscheinung: die Capillaren verschwanden, und die unter ihnen liegenden Nervenelemente traten zum Vorscheine. Zusatz von caustischem Natron rief aber sogleich das erste Bild wieder hervor. Es ist mir dieser Versuch mehrmals hinter einander gelungen, und es ward mir dadurch möglich, deutlich die feinsten Elemente des Gefässsystems und die Nervenelemente von einander getrennt zur Anschauung zu bringen. Fig. XIII. ist auf diese Weise bei 600facher Vergrösserung gewonnen.

Ausser dieser gefäss- und capillarreichen Schichte, deren Bindegewebsfibrillen meist fein und vielfach gewunden erscheinen, ist der Nervenstrang, wie das Gehirn, noch von einer zweiten, tiefer gelegenen, festen Bindegewebskapsel umgeben, welche aus scheinbar homogenen Fasern mit etwas dunkler markirten, gleichsam gekörnten Rändern bestehen. Sie zeigen, parallel neben einander verlaufend, in ihrem grössten Breitedurchmesser eine Breite von 0,0075‴, laufen meist

spitz aus, sind dicht an einander gelagert und innig mit einander verbunden (s. fig. XII. a.). Bei Behandlung mit verdünnter Essigsäure (I. : IV.) zerfällt ihr Inhalt in feinste Fibrillen, und an ihrem Rande treten deutlich Kerne auf (s. fig. XII. b.). Bei längerer Einwirkung von Essigsäure oder bei zu starker Concentration derselben erblassen sie, quellen bedeutend auf und lösen sich allmälig auf. Am Uebergange des Schlundganglions in die beiden Commissuren des Gehirns gehen sie, in entgegengesetzter Richtung von einander abweichend, auf diese über und bilden so auch die innerste Hülle des Gehirns. Dass sie dem Neurilem und nicht den inneren Theilen des Nervenstranges angehören, davon kann man sich am besten durch Beobachtung bei verschiedener Einstellung des Focus überzeugen: indem man sie sowohl bei oberflächlichster als auch bei tiefster Einstellung wiederfindet, — ein Beweis, dass sie der äussern Hülle des Bauchmarkes und nicht jenen inneren, eigentlich nervösen Elementen angehören. Auch an Zerzupfungspräparaten tritt dies deutlich zu Tage, und lässt sich an ihnen besonders die verschiedene Einwirkung der Reagentien auf dieselben am besten studiren. Durch Behandlung mit verdünnter Salpetersäure schrumpfen sie ein und werden dunkler contourirt.

Bei der histologischen Analyse der Nervenelemente von Lumbricus agricola haben wir viererlei verschiedene Elementartheile in's Auge zu fassen, nämlich:

1) die Nervenzellen des Gehirns und der Randganglien des Bauchmarkes, sowie ihre Ausläufer;
2) die Nervenzellen der Mittellinie des Bauchstranges und ihre Ausläufer;
3) die Nervenfasern im Gehirn und Bauchmarke, sowie in den peripherischen Nerven;
4) die körnige Grundmasse des Nervensystems, von welcher alle beschriebenen Gebilde umhüllt sind.

1) Die Nervenzellen des Gehirns und der Randganglien des Bauchmarkes.

Taf. II. fig. a. a., fig. III. a. a., fig. IV. a. a., fig. V. e. f. g. h., fig. VII. a. a.

Das Gehirn und die Randganglien des Bauchmarkes zeigen nur grössere oder kleinere unipolare Zellen, deren Ausläufer, breit beginnend, je nach der Breite der Zellen in eine breitere oder schmälere Nervenfaser übergehen.

Die grössten unipolaren Zellen findet man im Gehirn; ich fand deren, welche eine Breite von 0,046‴—0,053‴ und eine Länge von 0,063‴—0,071‴ zeigten; sie liegen meist am innern Rande der kolbigen Anschwellungen, ihr freier Rand nach der Mittellinie, ihre Ausläufer nach der Längsachse der Commissuren hin gerichtet.

Neben und zwischen diesen grösseren Nervenzellen, welche im Bauchstrange nur noch vereinzelt vorkommen und hier nie mehr die Grösse der Gehirnzellen erreichen, finden wir aber eine Menge von kleineren von 0,007‴—0,023‴ Länge und 0,013‴—0,017‴ Breite, deren schmälere Ausläufer dieselbe Richtung einhalten, wie diejenigen der grösseren Nervenzellen.

An den Ausläufern der grossen unipolaren Zellen des Gehirns habe ich häufig ein eigenthümliches Verhalten beobachtet, welches ich bei den Ausläufern derselben Zellen der Randganglien des Bauchstranges vermisste. Mehrere, von verschiedenen Zellen entspringende Ausläufer vereinigen sich mit einander, indem sie innig mit einander zu verschmelzen, gleichsam ineinanderzufliessen scheinen (s. fig. V. f. und g.), und geben dadurch zur Bildung eines breiten Nervenbandes Veranlassung. Umgekehrt habe ich aber auch eben so häufig Theilung der Zellenfortsätze in feinste Nervenfibrillen beobachtet (s. fig. V. e.).

Was die feinere Structur der unipolaren Zellen betrifft, so suchte ich dieselben hauptsächlich an den grossen Zellen des Gehirns unter Anwendung von 600—800facher Vergrösserung zu studiren.

Ich unterscheide an ihnen deutlich einen Kern mit Kernkörper (s. fig. V. h.), einen theils homogenen, theils körnigen Inhalt und eine deutliche Membran. Der Kernkörper, leicht durch seine stark lichtbrechenden Eigenschaften zu erkennen, zeigt in seinem Innern eine Höhlung und ist meist von sehr feinen Molekülen umgeben, welche den Kern oft ganz ausfüllen und dadurch den Kernkörper leicht undeutlich machen. Der körnige Inhalt der Zellen zeigt ein eigenthümliches Verhalten, indem die Körnchen, concentrisch um den Kern gelagert, den Zellen eine concentrische Streifung geben. Die äussersten Ringe gehen am Ursprunge des Fortsatzes, von ihrer concentrischen Richtung abbiegend, in diesen über. Die Membran ist an den grossen Zellen des Gehirns deutlich zu erkennen; sie geht an dem Ursprunge des Fortsatzes auf diesen über. Der Fortsatz ist daher nur eine Fortsetzung des Zelleninhaltes und der Zellenmembran, anfangs noch etwas körnig, später scheinbar homogen; bei Anwendung von verdünnter Salpetersäure, noch mehr aber bei Anwendung von sehr verdünntem caustischen Natron spaltet sich das scheinbar homogene Band in die feinsten Fibrillen (s. fig. V. b. und c.). Im weitern Verlaufe scheint die Membran des Fortsatzes und sein Inhalt innigst mit einander zu verschmelzen, da jene selbst bei stärkster Vergrösserung und unter Einwirkung verschiedener Reagentien nicht mehr deutlich von einander zu unterscheiden sind.

Die feinsten Fibrillen, in welche ein Nervenzellenfortsatz zerfällt, zeigen meist eine Breite von 0,0008‴—0,0017‴. Dieselbe Breite fand ich bei den Ausläufern der kleinsten unipolaren Zellen des Gehirns und der Randganglien; eben so zeigten die feinsten Fibrillen des Bauchmarkes, bei welchen ich keine weitere Theilung beobachtete, eine Breite von 0,0008‴, und möchte ich diese als die Normalbreite der feinsten Nervenfibrillen dieser Thiere betrachten.

Die kleinen unipolaren Zellen des Gehirns und der Randganglien des Bauchstranges zeigen aber in Bezug auf das Verhalten ihrer Membran eine von den angegebenen Verhältnissen abweichende Eigenschaft. Dieselbe ist, selbst bei Anwendung von stärkeren Vergrösserungen, nicht als deutlich vom Inhalte differenzirte Membran zu erkennen, indem diese Zellen nach aussen nur durch eine sehr zarte Contour begrenzt sind (s. fig. V. e. g.). Auch widerstehen sie der Einwirkung von Reagentien viel weniger, so dass sie an Zerzupfungspräparaten bei zu heftig einwirkenden Reagentien gleich verschwinden. Am deutlichsten treten sie bei Behandlung mit ganz schwacher Lösung von chromsaurem Kali zum Vorscheine.

In den beiden, Gehirn und Schlundganglion mit einander verbindenden Commissuren fehlen die zelligen Elemente. Nur selten findet man eine Zelle in denselben vereinzelt liegen, die auch leicht durch den Druck des Deckgläschens aus den benachbarten Theilen in sie hineingepresst

sein kann. Erst an den vorderen und den seitlichen Rändern des Schlundganglions treten die Nervenzellen wieder auf und verlaufen nun, hauptsächlich die Anschwellungen des Bauchmarkes bildend, an dessen Rändern durch die ganze Länge des Thieres.

In den seitlichen Ganglienanhäufungen beobachtete ich einen dreifachen Verlauf der Fortsätze der unipolaren Zellen (s. fig. II.).

Die einen gehen direct in den ihnen zunächst gelegenen Seitennerv über; die anderen laufen quer nach innen zu den mittleren Zellenlagern; die dritten biegen in spitzen Winkeln nach innen ab und gehen in die in der Längsachse verlaufenden Fibrillen über, dienen also zum Ersatze der schon verbrauchten Fasern des Bauchstranges.

Wir können also, eben so wie bei Hirudo, auch hier eine Ergänzungsmasse (graue Nervensubstanz) constatiren, gebildet aus den seitlichen Ganglienzellen des Bauchmarkes. — Später werden wir sehen, wie die mittlere Zellenlage des Bauchstranges von Lumbricus der Leitungsmasse der Bauchganglien von Hirudo entspricht, während die Längsfaserbündel den Längscommissuren dieses Thieres und den das Ganglion durchsetzenden Faserbündeln bei Hirudo an die Seite zu stellen sind. Wir finden also hier denselben Plan der Organisation der Nervencentren wieder, wie bei Hirudo.

Die quer nach innen verlaufenden Ausläufer der unipolaren Zellen gehen direct in die Ausläufer der Zellen der mittlern Zellenlage über, wovon bei diesen das Nähere.

2) Die Nervenzellen der Mittellinie des Bauchstranges und ihre Ausläufer.

Taf. II. fig. b., fig. IV. b., fig. VI., fig. VII., fig. VIII. b.

Die mittlere Zellenlage beginnt in der Mitte des Schlundganglions und verläuft durch die ganze Länge des Bauchmarkes bis zur letzten Ganglienanschwellung. Sie liegt nicht ganz in der Centralachse des Bauchstranges, sondern mehr in dessen Rückenhälfte, indem die Bauchhälfte meist von den vom Gehirn oder den mehr nach vorn gelegenen Ganglien kommenden Nervenfaserzügen erfüllt ist. Seitlich wird sie begrenzt von eben diesen seitlichen Faserzügen, von welchen wir einen Theil der Wurzeln der paarigen Seitennerven herkommen sahen.

Die Zellen dieser mittlern Zellenlage sind multipolare, mit 3—5 Ausläufern, mehr Ausläufer habe ich nicht beobachtet. Ihre Ausläufer stehen theils mit den longitudinal verlaufenden Nervenfasern, theils mit zu den Seitennerven verlaufenden Nervenfasern, theils mit den Ausläufern der seitlichen unipolaren Zellen in directer Verbindung. Fig. III. zeigt letztere Verbindung in mannigfacher Weise (Vergrösserung 600). Man kann wegen der Feinheit der Nervenfasern diese Verbindung in situ kaum beobachten; ich habe dieselbe aber an frischen Zerzupfungspräparaten unter Anwendung von sehr verdünnter chromsauren Kali-Lösung sehr häufig gesehen und gezeichnet. Die Feinheit der Theile macht aber die Bilder bei einiger falschen Behandlung mit zu starken Reagentien wieder verschwinden. Selbst verdünnte Essigsäure zerstört die feinsten Ausläufer, wogegen die Anwendung sehr verdünnter Salpetersäure häufig förderlich ist. Hat man einmal eine klare Anschauung der einzelnen Theile erhalten, so kann man sie bei passender Beleuchtung und Focuseinstellung und bei Anwendung stärker vergrössernder Linsensysteme auch in situ wiederfinden.

Diese multipolaren Nervenzellen hängen aber auch unter sich mehrfach zusammen. In fig. VIII. habe ich ein Bild wiedergegeben, welches ich unter Anwendung von verdünnter Salpetersäure gewonnen hatte; hier sieht man deutlich den Zusammenhang der multipolaren Zellen unter sich sowohl (b.) als auch ihre Verbindung mit bipolaren Randzellen (a.).

Was die Grösse der verschiedenen multipolaren Zellen betrifft, so ist dieselbe verschieden; die mittelsten zeigen die grössten, die mehr seitlich schon zwischen den Längsnervenfasern gelegenen die kleinsten Durchmesser. Ich beobachtete Längendurchmesser von 0,021‴—0,064‴, Breitedurchmesser von 0,014‴—0,046‴.

Je nach der Grösse der Zellen gehen auch die Ausläufer mehr oder weniger breit ab, theilen sich aber sehr bald bis zur Feinheit der feinsten Nervenfasern, welche, wie wir oben gesehen, eine Breite von 0,0008‴ zeigen.

Was die feinste Structur der multipolaren Zellen betrifft, so stimmt dieselbe im Wesentlichen mit der Structur der unipolaren Zellen überein. Auch hier konnte ich bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen die concentrische Schichtung des körnigen Theiles des Zelleninhaltes deutlich erkennen. Dagegen habe ich eine deutlich differenzirte Zellenmembran nicht erkennen können, indem die Zelle nach aussen nur von einem schwachen Saume umgrenzt ist. Sie gleichen hierin den kleineren unipolaren Zellen, und es stimmt hiermit die Thatsache überein, dass sie eben so schnell, wie diese, durch zu starke Reagentien zerstört werden, während die grösseren membranhaltigen unipolaren Zellen viel längern Widerstand bieten.

Bei der Zerstörung einer multipolaren Zelle sah ich nie das Zerreissen einer Membran, sondern der Inhalt wich aus einander, die Körnchen trennten sich von dem zähen, flüssigen Theile des Inhalts los, und dieser schien in eine Menge von feinsten Fibrillen zu zerfallen. — Selbst eine stärkere Einwirkung von Wasser kann eine solche Zerstörung hervorrufen.

Ausser diesen multipolaren grösseren und kleineren Zellen findet man manchmal bipolare Zellen (s. fig. VII.), denen ich aber nicht die Bedeutung einer so genannten eingesprengten Nervenzelle beilegen möchte. Ich habe häufig den scheinbar einfachen Fortsatz des einen Poles in zwei dicht nebeneinanderlaufende Ausläufer zerlegen können und halte sie deshalb ebenfalls für multipolare Zellen, bei welchen einzelne Ausläufer, dicht mit einander verbunden, an entgegengesetzten Polen der Zellen austreten.

---

3) Die Nervenfasern des Gehirns und des Bauchmarkes, sowie der peripherischen Nerven.

Taf. II. fig. X.

Die Breite der Nervenfasern in den verschiedenen Abtheilungen des Nervensystems von Lumbricus agricola ist sehr verschieden. Die breitesten Fasern fand ich im Gehirn und besonders in den beiden das Gehirn und das Schlundganglion verbindenden Commissuren. Hier zeigten die einzelnen Fasern eine Breite von 0,005‴—0,007‴. Von hier aus scheinen sich dieselben durch Theilung allmälig zu verschmälern. Wendet man auch auf diese Fasern verdünnte Salpetersäure oder ganz dünnes caustisches Natron an, so zerfallen sie in feinste Fibrillen von 0,0008‴—0,0016‴.

— Die feinen Fibrillen des Bauchstranges zeigen meist eine Breite von 0,0016‴, während ich in den Seitennerven nur feinste Fibrillen von 0,0008‴ finden konnte.

Die Seitennerven sind umhüllt von einem mit vielen Kernen besetzten Neurilem. Bei Essigsäure-Anwendung treten die Kerne besonders deutlich hervor und zeigen an ihren Polen meist feinste Ausläufer (s. fig. X. a.). Der Inhalt der Seitennerven wird von feinsten, 0,0008‴ breiten Fibrillen gebildet, die in einer feinkörnigen Grundmasse liegen, in welcher man grössere, gleich näher zu beschreibende rundliche Kerne eingebettet findet. Die Fibrillen zeigen an den kleineren Aestehen der Seitennerven, da, wo sie durch allmälige Theilung ihre grösste Feinheit erreicht haben, in ihrem Verlaufe vielfache varicöse Anschwellungen, wodurch die Längsstreifen der Seitennerven das Ansehen von der Länge nach aneinandergereihten Körnchen erhalten. An den Durchschnittsstellen tritt der feinkörnige Inhalt nebst eingebetteten Kernen deutlich zu Tage (s. fig. X. b.).

4) Die körnige Grundsubstanz des Gehirns und des Bauchmarkes.

Taf. II. fig. IV., fig. V., fig. VI.

Nimmt man ein Stück des Gehirns oder des Bauchmarkes, behandelt es eine Zeit lang mit verdünnter Lösung von chromsaurem Kali und übt nun mit dem Deckgläschen einen gelinden Druck aus, so tritt an den Durchschnittsstellen eine feinkörnige Substanz hervor, in welcher Nervenfasern von der verschiedensten Breite, Nervenzellen von theils unipolarer, theils multipolarer Form und freie Kerne eingebettet liegen. In fig. IV. habe ich die aus einem Theile des Bauchmarkes hervorgepresste Grundmasse abgebildet. Ich habe diesen scheinbar freien Kernen eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und unterscheide, nach Anwendung stark vergrössernder Systeme (600—800fache Vergrösserung), deutlich drei Formen:

1) Stark lichtbrechende, kernlose Körperchen, meist länglich, mit faserigen Anhängen an ihren Polen; ich glaube sie, wie oben schon erwähnt, den feinsten Capillargefässen zuschreiben zu müssen (s. fig. IV. c. c.).

2) Rundliche Kerne mit deutlichem Kernkörper und feingekörntem Inhalte (s. fig. IV. d. d. und fig. V. a. 5.). Da sie in Grösse und Gestalt mit den Kernen der Nervenzellen übereinstimmen, so glaube ich sie als die Ueberreste zerstörter Nervenzellen betrachten zu dürfen.

3) Rundliche, blasse Kerne von verschiedener Grösse mit homogenem Inhalte. An ihnen sah ich deutlich bei 800facher Vergrösserung eine feine Membran. Sie wachsen allmälig durch Zunahme des Zelleninhaltes und durch Ausdehnung ihrer Membran, während die Kerne gleiche Grösse behalten. Durch Auswachsen nach verschiedenen Richtungen bekommt die Membran feine Fortsätze (s. fig. V. a. 2.). In anderen sah ich doppelte Kernkörper (s. fig. V. a. 3.); andere wieder zeigten eine Theilung des Kernes in zwei Kerne, welcher Theilung wahrscheinlich eine Verdoppelung der Kernkörper vorhergegangen war (s. fig. V. a. 4.). Alle diese Formen deuten auf eine Neubildung von Nervenzellen während des Lebens, und es scheint mir deshalb in der Grundsubstanz ein lebhafter Stoffwechsel stattzufinden: alte Zellen gehen zu Grunde, und neue werden an ihrer Stelle gebildet. Die Neubildung selbst geht von den blassen runden Zellen

aus, welche wahrscheinlich als Ueberbleibsel der embryonalen Zellen erst nach und nach zur Entwickelung kommen.

Noch schönere embryonale Formen habe ich im Gehirne eines ganz jungen Thieres gefunden und in fig. VI. a.—h. abgebildet.

Fig. b. und d. zeigen hier besonders schön die Bildung der zusammenhängenden Nervenzellen durch ursprüngliche Theilung von einer Zelle aus, während fig. e.—g. die Bildung der Nervenfasern aus langgestreckten, embryonalen Zellen beweisen. Fig. h. zeigt schon feine Nervenfibrillen, bei welchen noch die Kerne, als Reste ihres embryonalen Lebens, übriggeblieben sind.

SCOLOPENDRA ELECTRICA.

Tafel II. fig. XIV.—XVII.

Der Bau des Nervensystems von Scolopendra electrica bietet viele Aehnlichkeit mit dem Nervensysteme von Hirudo dar. Auch hier finden wir in der Bauchlinie des Thieres eine Reihe von Ganglienkörpern, die sich an Grösse und Gestalt alle gleichen und welche durch zwei von einander getrennte Längscommissuren mit einander verbunden sind.

Von dem vordersten Ganglion (s. fig. XV. a.), welches dem Schlundganglion entsprechen würde, gehen die beiden Längscommissuren (s. fig. XV. b.), im Bogen den Schlund umgürtend, nach oben in das Gehirn (s. fig. XV. c.), einen eigenthümlich gestalteten, vierseitigen Körper über, dessen vorderer Rand ganz gerade, der hintere und die seitlichen Ränder dagegen abgerundet sind. An den Vereinigungsstellen seiner vorderen und der seitlichen Ränder treten die Sinnesnerven hervor; dagegen vermisse ich sonstige Nervenursprünge an dem Gehirn.

An jedem der einzelnen Bauchganglien entspringen jederseits drei Seitennerven, von welchen zwei zusammen in der Mitte des seitlichen Randes, der dritte an seinem hintern Theile nahe an dem Ursprunge der Längscommissuren hervortreten.

Alle Nerven werden von feinen Tracheenstämmchen begleitet, welche sich in der Kapsel der Ganglien mannigfach verästeln. Auch das Gehirn ist von vielen Tracheenstämmchen und ihren feinsten Ausläufern umstrickt.

Das ganze Nervensystem von Scolopendra electrica wird von einer doppelten Bindegewebskapsel umhüllt. Die äussere, in welcher sich die feinsten Fortsätze der Tracheen verzweigen, ist mit der unten liegenden Kapsel am Gehirn und den Bauchganglien innigst verbunden und in keinerlei Weise von ihr zu trennen; an den Längscommissuren und den Seitennerven dagegen ist sie nur locker mit ihrer Unterlage vereinigt, hebt sich durch Wassereinsaugung ab und legt sich nun in vielen Falten um ihren Inhalt herum (s. fig. XVII. a.).

Die innere Bindegewebshülle, das eigentliche Neurilem, ist innig mit den umliegenden Nervenelementen verwebt, vielfach von Kernen besetzt und begleitet die Nervenstämmchen bis in ihre feinsten Verzweigungen, wo man sie noch an ihren Kernen erkennen kann (s. fig. XVII. b.). An den Centralorganen findet man aber keinerlei in's Innere derselben eindringende Fortsätze, wie bei Hirudo.

Diese beiden Bindegewebshüllen zugleich mit der grossen Feinheit und leichten Zerstörbarkeit der Nervenelemente erschweren die Untersuchung des histologischen Baues dieser Gebilde ungemein. Es haben meine Untersuchungen daher nur fragmentarische Resultate ergeben.

Das Gehirn zeigt an seinen Rändern unipolare Zellen mit central gerichteten Ausläufern; das Innere des Gehirns wird von zahlreichen Fasern und kleinsten unipolaren Zellen, zwischen welchen ich einzelne multipolare Zellen zu finden glaubte, durchkreuzt.

Die Faserzüge gruppiren sich am hintern Ende des Gehirns zu zwei grossen Fasergruppen, welche als Längscommissuren zu den Bauchganglien verlaufen.

In den Bauchganglien (s. fig. XIV.) theilt sich jede Längscommissur in fünf Faserzüge.

Die ersten (s. fig. XIV. a.) verlaufen auf der Rückenfläche des Ganglions direct über dasselbe hinweg und treten an den hinteren Polen desselben wieder hervor, ohne mit den Seitennerven oder einem Theile des Ganglions selbst in irgend welche Beziehung zu treten; ein kleiner Theil derselben (s. fig. XIV. c'.) geht in die Längscommissur der andern Seite über.

Der zweite Faserzug (b.) tritt in den ersten Seitennerv, der dritte (c.) in den zweiten und der vierte (d.) in den dritten Seitennerv ein.

Der fünfte (e.) geht zur entgegengesetzten Seite und gibt dort Fasern für die beiden ersten Seitennerven ab.

Von zelligen Elementen habe ich in den Bauchganglien ebenfalls zwei Formen gefunden.

Die unipolaren Zellen liegen am Rande der Bauchganglien; ihre Ausläufer sind radiär nach den inneren Seiten der Ganglien gerichtet. Auch die Bauchfläche der Ganglien zeigt meist unipolare Nervenzellen.

Gelingt es, ein Bauchganglion zu zerfasern, ohne die feineren Nervenelemente zu zerstören, so sieht man, wie die Ausläufer der sehr kleinen Nervenzellen an einander liegen und sich zu grösseren Faserbündeln vereinigen (s. fig. XVI.).

In der Mitte des Ganglions sah ich mehrmals multipolare Zellen; sie übertreffen die unipolaren Zellen etwas an Grösse, sind aber noch leichter zerstörbar als diese und daher nur mit Hülfe starker Vergrösserungssysteme in situ zu erkennen.

ASTACUS FLUVIATILIS.

Tafel III. fig. I.—VIII.

Durch die Untersuchungen von *Newport*, *Valentin* und *Helmholtz* sind die feinere Anatomie und der Faserverlauf des Central-Nervensystems des Flusskrebses ziemlich aufgehellt, und ein näheres Eingehen in diese Verhältnisse würde nur durch eine Wiederholung bekannter Thatsachen möglich werden. —

Indem ich daher auf obige Arbeiten verweise, werde ich hier nur die Puncte anführen, in welchen meine Untersuchungen neue Resultate ergeben und noch bestehende Lücken ausgefüllt zu haben scheinen.

Das Gehirn des Flusskrebses besteht aus acht Abtheilungen (s. Taf. III. fig. I. A. B. C. D.), welche zu vier und vier symmetrisch neben der Mittellinie des Gehirns gelagert sind. Von ihnen stossen die beiden vordersten Abtheilungen (A.) in der Mittellinie dicht an einander und verschmelzen vollständig mit einander, so dass sie auch als eine Abtheilung mit zwei vollkommen symmetrischen Hälften betrachtet werden könnten.

Die sechs anderen Abtheilungen liegen zu drei und drei seitlich von der Mittellinie resp. von den Fortsetzungen zweier von dem ersten Thoraxganglion kommenden Längscommissuren, die, das ganze Gehirn der Länge nach durchsetzend, bis in die vordere Abtheilung A. dringen oder vielmehr dort ihren Ursprung hernehmen.

Von diesen sechs Abtheilungen liegen die beiden vorderen und die beiden hinteren Paare (B. und C.) auf der Rückenseite des Gehirns ziemlich dicht neben einander. Die beiden mittleren Paare (D.) dagegen liegen auf der Bauchfläche des Gehirns, werden also, von oben betrachtet, fast ganz von den Abtheilungen B. und C. bedeckt und treten nur an ihren äussersten Segmenten zwischen den Abtheilungen B. und C. hervor.

Aus jeder seitlichen Hälfte der vordersten Abtheilung A. entspringen nach vorn, durch eine starke Nervenscheide zu einem Bündel vereint, mehrere Nerven (s. fig. I. F.). Der mittlere derselben (a.) ist der Nerv. opticus. Er kommt hauptsächlich aus der Abtheilung B., scheint aber auch einige Fasern aus C. zu erhalten, läuft erst quer nach der Mittellinie des Gehirns und dann, in einem Bogen nach aussen und vorn umbiegend, über die Abtheilung A. hinweg zur innern Seite des aus A. entspringenden Nervenfascikels F., von den übrigen in demselben enthaltenen Nerven

deutlich getrennt. Ein kleiner Theil desselben zweigt sich aber noch vor diesem Bogen nach innen ab (a′.), läuft schief nach vorn über die Mitte von A. hinweg und vereinigt sich mit dem Nervenbündel b. der andern Seite.

Die zu dem stärkern Bündel b. vereinten Nervenästchen, welche in derselben Scheide mit dem N. opticus (a.) aus A. austreten und theils zu den Antennen, theils zu den Augenmuskeln und den vorderen Theilen des Kopfes verlaufen, entspringen, mit Ausnahme des eben beschriebenen, von a. kommenden Stämmchens a′., aus der ihrer Austrittsstelle entgegengesetzten Hälfte von A.; die beiderseitigen Nervenstämmchen durchkreuzen sich daher in der Mitte von A. unter den von den Sehnerven (a.) gebildeten Bogen, streben nach der innern Seite von F. und verzweigen sich bald nach kurzem, gemeinschaftlichem Verlaufe mit a. zu ihren verschiedenen Bestimmungsorten hin. Aus den beiden Hälften der Abtheilung A. entspringen aber ferner noch viele andere Nervenfibrillen (c.), welche, in gerader Richtung nach hinten verlaufend und theils von B., theils von C. kleinere Zuzüge (d. und d′.) erhaltend, die Wurzeln der das Gehirn und das erste Thoraxganglion verbindenden beiden Längscommissuren (G.) bilden.

Aus der kugeligen Abtheilung B. entspringen, wie wir gesehen:

1) der Nervus opticus (a.);
2) ein zu den Längscommissuren verlaufender Faserzug (d.); ausserdem noch
3) ein starkes Faserbündel (e.), welches, quer nach innen und hinten verlaufend und über die Mittellinie hinwegsetzend, in das aus dem hintern Theile des Gehirns zwischen der Abtheilung C. und den Längscommissuren G. hervortretende Nervenbündel E. eindringt.

Aus der Abtheilung C., welche manchmal eine mehr ovale Gestalt mit schief von innen und vorn nach aussen und hinten gerichteter Längsachse zeigt, in welchem Falle die Abtheilung D. in grösserm Umfange zur Anschauung kommt, entspringen auser den zum Opticus a. verlaufenden Fasern

2) Fasern, welche zu Verstärkungen der Längscommissuren dienen (d′.);

3) quer nach der Abtheilung C. der andern Seite verlaufende, beide brückenartig vereinende Fasern (f.);

4) Fasern, welche, analog den von B. kommenden Fasern e., quer über die Mittellinie hinwegsetzend, sich in die Nervenwurzel E. der andern Seite begeben (g.).

Aus der Abtheilung D. habe ich keine Faserursprünge weiter verfolgen können; immer schienen die feinsten, von D. kommenden Fasern in B. und C. sich aufzulösen.

Die an der hintern Seite des Gehirns zwischen den Abtheilungen C. und den Längscommissuren G. hervortretenden Nervenfaserbündel E. erhalten also ihre Wurzeln theils aus B. und C., theils von den in der Mittellinie verlaufenden, hauptsächlich von A. entspringenden Längsfaserzügen. Aus ihnen entspringen, ausser den Gehörnerven, seitlich zu dem Kopfe verlaufende Nervenästchen.

Die Längscommissuren erhalten ihre stärksten Wurzeln, wie erwähnt, aus der mittlern Abtheilung A., ausserdem aber noch schwächere Faserzüge aus B. und C.

Versuchen wir nun, gemäss der Nervenursprünge die einzelnen Abtheilungen des Gehirns physiologisch zu bestimmen, was, da die einzelnen Abtheilungen des Gehirns deutlich von einander getrennt, hier eher thunlich erscheint, während es bei Hirudo, Lumbricus und Scolopendra noch

nicht zu ermöglichen, so möchte ich die Abtheilung B., aus welcher hauptsächlich der Nerv. opticus sowie wahrscheinlich eine Wurzel des Nerv. acusticus entspringt, sowie die Abtheilung C., welche ebenfalls theils dem N. opticus, theils dem N. acusticus ihre Wurzeln liefert, mehr als das Centralorgan der Sinnesempfindungen betrachten, während die Abtheilung A., aus welcher hauptsächlich die Wurzeln der beiden Längscommissuren, ausser ihnen aber die zu den vorderen Theilen des Kopfes und den Augenmuskeln verlaufenden motorischen Nerven entspringen, als das Centralorgan der Bewegung zu deuten wären.

Ueber die physiologische Deutung der Abtheilung D. enthalte ich mich jedes bestimmtern Urtheiles. Auch habe ich über den Ursprung der Zellen und den Faserverlauf in dem ersten Thoraxganglion keine bestimmte Anschauung gewinnen können. Dasselbe liegt in den Höhlungen des Thoraxskelettes so tief eingebettet und zeigt andererseits eine so weiche Beschaffenheit, dass es kaum möglich ist, dasselbe ohne Zerrung seiner feinsten Theile herauszunehmen. Versuche, dasselbe vorher in irgend einer Weise zu erhärten, entziehen aber gerade die feinsten Faserzüge der mikroskopischen Beobachtung.

Die Verhältnisse der Längscommissuren zu den hinteren Thorax- und den Schwanzganglien haben *Newport* und *Helmholtz* hinlänglich erörtert.

Ich habe hier nur in Bezug auf den Verlauf der feinsten Fibrillen noch Folgendes zu erwähnen.

Von den in den Ganglienanschwellungen liegenden verschiedenen, wie wir gleich sehen werden, unipolaren Nervenzellen streben die feinsten Fortsätze quer nach innen und treten hier durch multipolare Nervenzellen mit den tieferen Faserzügen der in das Ganglion dringenden Theile der Längscommissuren in Verbindung.

Aus dieser Verbindung entspringt die eine Wurzel der Seitennerven; die zweite, kleinere Wurzel kommt direct aus diesen, in das Ganglion eindringenden Faserzügen, ohne mit den multipolaren Zellen in Verbindung zu treten; die dritte, grössere Wurzel wird direct von den Ausläufern der Nervenzellen gebildet, und zwar findet hier eine Durchkreuzung Statt, indem die Ausläufer der Zellen der einen Hälfte des Ganglions in die Nerven der entgegengesetzten Seite eindringen.

Die Faserbündel, aus welchen die direct in die Seitennerven gehende kleine Wurzel entspringt, liegen zu beiden Seiten des in das Ganglion eingedrungenen Theiles der Längscommissuren, während die mit multipolaren Zellen in Verbindung tretenden Fasern dasselbe in seiner Mitte durchsetzen. Zwischen beiden liegen vereinzelt die multipolaren Zellen. Ein grosser Theil von Nervenfasern geht aber, wie *Newport* und *Helmholtz* nachgewiesen, über das Ganglion hinweg, ohne mit seinen Elementen in irgend welche Beziehung zu treten; aus ihnen allein entspringen die hinter dem Ganglion sich abzweigenden, zu den Muskeln des Schwanzes verlaufenden Seitennerven, ohne aus den Elementartheilen des vorliegenden Ganglions irgend welchen Zuschuss zu erhalten. Es zeigt sich also auch hier dasselbe Gesetz, wie bei den früher beschriebenen Thieren. Es hängen nicht nur die nächsten Ganglien unter einander zusammen, und die Seitennerven erhalten ihre Fasern nicht nur aus den Nervenzellen des Ganglions, aus welchem sie entspringen, sondern sie stehen auch in der mannigfachsten Weise mit entfernter liegenden Ganglien und zuletzt mit dem Gehirn in Verbindung. Die über die Ganglien verlaufenden Fasern sind eben diejenigen,

welche theils das Gehirn, theils die mehr nach vorn gelegenen Centraltheile des Nervensystems mit entfernteren Regionen in Verbindung setzen.

Helmholtz hat dieses Gesetz in wenigen Worten so bezeichnend beschrieben, dass ich nicht unterlassen kann, dieselben hierhinzusetzen:

„Fibrillarum enim, quae in ganglion quodque intrant, altera pars ibi finitur, altera „ad reliqua ganglia transit. Transeuntium autem pars in gangliis duobus vicinis finitur reliquae „ad ganglia distantia supra illa praetereunt. Conjunctum igitur est quodque ganglion cum „duobus vicinis iis fibrillis, quae ex illius nervis ad haec, et quae ex horum nervis ad illud „transeunt. Quae fibrillae quum utrumque ganglion intrent, sejunctis fibrillis praetereuntibus, „remanent cum gangliis. Supra ganglion autem quodque decurrunt fibrillae, quibus ganglia „reliqua inter se conjunguntur; iis adjacent fibrillae supra ganglia vicina praetergressae, a „distantibus in illud primum transeuntes et redeuntes, quae si cum iis a funiculorum partibus „inferioribus sejunguntur, e fasciculis superioribus in ganglia descendere videntur."

Hiernach scheint aber *Helmholtz* nicht nur von dem Gehirn und den vorderen Ganglien nach hinten verlaufende Fasern anzunehmen, sondern er spricht auch von rückwärts laufenden, ein hinteres mit seinem benachbarten vordern Ganglion in Verbindung setzenden Fasern. Wenn es auch schwer wäre, hiervon den anatomischen Nachweis zu liefern, so habe ich doch eine physiologische Beobachtung gemacht, welche diese Ansicht zu beweisen scheint.

Fasste ich, bei einem lebend geöffneten Thiere, den Verbindungsstrang zwischen dem zweiten und vierten Schwanzganglion mit der Pincette leise an, oder berührte ich denselben mit einer Nadel, so zeigte das Herz deutlich mehrere, in kurzen Zwischenräumen auftretende lebhafte Contractionen. Bei Nachlass der Reizung verschwanden auch die Contractionen des Herzens; ich konnte sie aber noch einige Minuten lang nach dem Tode des Thieres immer wieder hervorrufen.

Gehen wir nun zur histologischen Analyse der Centraltheile des Nervensystems des Flusskrebses über, so können wir durch verschiedene Form, Grösse und verschiedenes Verhalten gegen Reagentien fünf Elementarformen deutlich unterscheiden.

I) Grosse unipolare Zellen

(s. Taf. III. fig. II.)

mit breiten Fortsätzen, dunkel contourirter Membran, concentrisch geschichtetem dunkelkörnigen Inhalte, undeutlichem Kerne und einem oder mehreren kleinen, stark lichtbrechenden und dadurch sehr deutlichen Kernkörpern. Bei allmäliger Imbibition mit carminsaurem Ammoniak wird der Zelleninhalt gelblich, der Kern schwach röthlich imprägnirt und ist daher nicht immer mehr deutlich zu erkennen. Die Kernkörper dagegen treten wie hellglänzende Tröpfchen aus dem Innern der Zelle hervor.

Diese Zellen zeigen bei meist ovaler Form eine Breite von 0,03‴—0,05‴, eine Länge von 0,05‴—0,07‴; der Kern zeigt einen Durchmesser von 0,035‴, der Fortsatz eine Breite von 0,003‴ bis 0,005‴. Die grössten Zellen dieser Art fanden sich im Gehirn, die kleineren im ersten Thorax-

ganglion, grössere wieder in den beiden letzten Thoraxganglien und den Schwanzganglien. Im letzten Schwanzganglion habe ich eine Zelle von 0,1‴ Durchmesser gefunden.

2) Kleine unipolare Zellen

(s. Taf. III. fig. III.)

mit verhältnissmässig sehr grossem granulirten Kerne, welcher vom Zelleninhalte nur noch schmal umsäumt ist, und einem weniger deutlich hervortretenden Kernkörper. Die Zellenmembran ist sehr dünn und leicht zerreissbar; die sehr schmalen Fortsätze laufen bündelweise zusammen. Bei Imbibition nehmen sie das carminsaure Ammoniak nur langsam auf, und zwar der Kern allein; nur bei langer Einwirkung erhält auch der Zelleninhalt einen röthlichen Schimmer.

Diese Zellen zeigen meist eine Länge von 0,035‴ und eine Breite von 0,025‴, während die Kerne einen Durchmesser von 0,021‴ besitzen; ihre Fortsätze zeigen eine Breite von 0,0004‴—0,0009‴—0,001‴.

3) Multipolare Zellen.

(Taf. III. fig. IV.)

Sie gleichen mehr den zuletzt beschriebenen kleineren unipolaren Zellen und zeigen meist zwei bis drei Kernkörper in einem dunkel granulirten Kerne; ihre Membran ist sehr zerreissbar, wodurch die Zellen selbst bei sehr vorsichtiger Behandlung leicht bersten und sich dadurch der Beobachtung entziehen. Am deutlichsten fand ich sie in einem Präparate, welches ich vorher in absolutem Alkohol erhärtet und später einer Imbibition von sehr verdünnter Lösung carminsauren Ammoniaks ausgesetzt hatte. Ihr Kern, welcher verhältnissmässig kleiner ist als der Kern der sub 2 beschriebenen kleinen unipolaren Zellen, nimmt den rothen Farbstoff gieriger auf als diese und wird schnell dunkel roth, während ihr Zelleninhalt nur langsam und blass gefärbt wird.

Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,013‴—0,035‴.

Dass ihre Fortsätze, deren sie meist drei, seltener mehr besitzen, unter einander zusammenhängen, davon habe ich mich häufiger überzeugt; es ist mir aber bei der grossen Zerreissbarkeit der feinsten Faserelemente nicht gelungen, dieselben bis zu den Fortsätzen der unipolaren Zellen zu verfolgen.

4) Kernähnliche Körper mit fadenförmigem Anhange.

(Taf. III. fig. V.)

Ich nenne dieselben absichtlich kernähnliche Körper, weil sie erst bei stärkeren Vergrösserungen (600fach) eine den Kern dicht umschliessende Membran und einen durch Verschmälerung und spitzes Auslaufen derselben an einem Pole entstehenden fadenförmigen Anhang erkennen lassen. Sie sind sehr stark lichtbrechend, theils rundlicher, theils mehr dreieckiger Gestalt, indem die Basis des Dreiecks dem Ursprungspole des fadenförmigen Anhanges entgegengestellt ist. Auch zeigen sie, bei 600facher Vergrösserung, einen mattglänzenden Kernkörper.

Sie haben meist eine Länge von 0,014‴ und eine Breite von 0,010‴; ihre fadenförmigen, 0,0002‴ breiten Fortsätze scheinen in die feinsten Nervenfibrillen überzugehen.

5) Wirklich freie, anhangslose Kerne.

(Taf. III. fig. VI.)

Sie finden sich nur im Gehirn und auch hier nur in den beiden mittleren Abtheilungen D., eingebettet in einem sehr zähen, feinfaserigen Grundgewebe; weichen durch Druck vermittelst des Deckgläschens von einander ab, ohne aber sich leicht ganz von einander zu trennen; ziehen sich aber bei Nachlassen des Druckes eben so schnell wieder auf ihren frühern Raum zusammen. Sie sind leicht granulirt, zeigen eine doppelt contourirte Membran und einen scharf lichtbrechenden Inhalt, in welchem nebst einigen hellen Körnchen ein kleiner Kern eingebettet liegt.

Sie besitzen einen Durchmesser von 0,0011‴.

Bei längerer Einwirkung von Wasser, verdünntem Spiritus &c. zeigen sie eine eigenthümliche Erscheinung. Indem sie vorher etwas aufgequollen, platzt plötzlich ihre Membran an einer, oft an mehreren Stellen, und es bildet sich ein rundes Loch mit scharfen Rändern, aus welchen nach und nach einzelne mattglänzende Tropfen, Eiweisskugeln nicht unähnlich, hervorquellen; meist sieht man einen solchen Tropfen noch theilweise in der Oeffnung stecken. Ist aller flüssige Inhalt hervorgequollen, so bleiben sie wie leere, an einem Ende rund abgeschnittene Eierschaalen liegen, in deren Wandungen man aber noch immer den kleinen Kernkörper wiederfinden kann. — In verdünnter Essigsäure schrumpfen sie etwas ein, ohne aber ihre Gestalt zu verlieren.

Nach Auffindung dieser verschiedenen Zellen- und Kernformen schien es interessant, zu erfahren, in welchen Abtheilungen der Centraltheile des Nervensystems die einzelnen Formen am meisten vertreten seien.

Folgendes habe ich hierüber ermitteln können.

Die Abtheilung A. des Gehirns zeigt meist nur die sub 2 beschriebenen kleinen unipolaren Zellen, während die beiden Abtheilungen B. und C. viele grosse unipolare Zellen bergen; sie liegen nach aussen, während sich im Innern der beiden Abtheilungen, eingebettet in eine feinkörnige Masse und umstrickt von feinsten Nervenfibrillen und ganz feinen Capillaren, sich theils sub 2 beschriebene kleine unipolare Zellen, theils und vor Allem aber die sub 4 beschriebenen kernähnlichen Gebilde mit ihren fadenförmigen Fortsätzen vorfinden, die ich in allen anderen Theilen des Centralnervensystems vermisste.

Die Abtheilung D. zeigt, wie erwähnt, nur die sub 5 beschriebenen, in ihrer feinfaserigen, zähen Grundmasse eingebetteten, stark lichtbrechenden Körperchen.

Multipolare Zellen habe ich in dem Gehirn ganz vermisst.

In dem ersten Thoraxganglion finden sich hauptsächlich grosse unipolare Zellen, weniger die kleineren unipolaren Zellen; auch treten hier vereinzelt schon multipolare Zellen auf, welche sich am meisten in den letzten Ganglien des Thorax und in den Schwanzganglien vorfinden, wo sie zwischen den einzelnen, in das Ganglion eindringenden Bündeln der Längscommissuren liegen. Die seitlich von den durchtretenden Fasern der Längscommissuren gelegenen Abtheilungen der Thorax- und Schwanzganglien zeigen in ihrer Mitte kleine, sub 2 beschriebene, an ihrem Rande dagegen die grossen, sub 1 erwähnten unipolaren Zellen.

Versuchen wir es nun, die oben besprochene physiologische Deutung der einzelnen Abtheilungen des Gehirns auf die in ihnen hauptsächlich vorkommenden Zellenformen auszudehnen, so würden die sub 2 beschriebenen kleineren unipolaren Zellen wohl am ehesten als motorische zu deuten sein, während die sub 4 beschriebenen nur in den Abtheilungen B. und C., den Ursprungsstätten also des N. opticus und des N. acusticus, vorkommenden kleinsten Zellen mit fadenförmigen Anhängen den die Sinnesempfindungen leitenden Nerven zum Ursprunge dienen würden, also als sensitive Nervenzellen zu betrachten wären.

Die grossen unipolaren Zellen müssen dagegen als sympathische Nervenzellen aufgefasst werden, wofür besonders ihr Vorkommen in allen grösseren Abtheilungen des Nervensystems, im Gehirn, den Thoraxganglien und den Schwanzganglien, und besonders ihr Vorwiegen in dem ersten Thoraxganglion sprechen würde. Auch finden sich in den kleinen Anschwellungen, welche die beiden Längscommissuren vor ihrem Uebergange in das erste Thoraxganglion bilden, und von welchen Nerven zu dem Oesophagus abgehen, welche also rein sympathischer Natur sein möchten, nur grosse unipolare Zellen.

Was die multipolaren Zellen betrifft, so erscheinen sie mir als diejenigen Centralstellen, durch welche hauptsächlich Reflexthätigkeiten aller Art eingeleitet und vermittelt werden.

Es erübrigte noch, Einiges über die Nervenfasern von Astacus fluviatilis hinzuzufügen, wenn deren charakteristische Formen nicht schon durch die Untersuchungen von *Ehrenberg*, *Hannover*, *Remak* und *Leydig* hinlänglich bekannt wären.

Wie ich aus *Leydig* (Lehrbuch der Histologie pag. 59) ersehe, hat *Reichert* die Existenz der „kolossalen Nervenfasern“ bei den Krebsen beanstandet und einen Irrthum vermuthet. Ich kann aber *Leydig* nur beistimmen, indem sich diese Fasern an frisch getödteten Thieren leicht nachweisen lassen. Wahrscheinlich hat *Reichert* dieselben der Einwirkung von verdünntem Spiritus, Chromsäure oder Essigsäure ausgesetzt, wodurch sie bei ersterm zusammenschrumpfen und ihre Centralfaserbündel verschwinden lassen, bei letzteren dagegen erblassen. Auch ich konnte deutlich Uebergangsformen von den schmalen, aber mit einer kernhaltigen Membran versehenen, granulären Fibrillen in diese hellen breiten Röhren beobachten (s. fig. VII. a. b. c.).

Ich unterscheide aber noch feinste Fibrillen (s. fig. VII. d.), welche noch keine Membran besitzen, durch Einwirken von Reagentien theils bröckelig zerfallen, theils in kleinste Stückchen zerbrechen und sich deshalb meist nur in Bruchstücken von 0,0004‴ Breite, und zwar hauptsächlich in den Abtheilungen A., B. und C. des Gehirns, vorfinden. Sie stimmen genau mit den Fortsätzen der kleinen unipolaren Zellen und der multipolaren Zellen überein, zeigen eben so, wie diese, varicöse Anschwellungen und ein blassglänzendes, bandartiges Ansehen.

Die breiteren, kernhaltigen Fasern, deren stark lichtbrechende Kerne eine Länge von 0,0018‴ besitzen, scheinen einen homogenen Inhalt zu haben, welcher aber bei Anwendung von schwacher Lösung chromsauren Kali's wieder in feinste Fasern zerfällt, die in jeder Beziehung den eben beschriebenen feinsten Nervenfasern gleichen. Fig. VII. d. zeigt deutlich dieses Zerfallen einer breitern Nervenfaser aus dem Nerv. opticus.

Während die Ausläufer der kleineren unipolaren Zellen (sub 2) sich allmälig zu einem gemeinschaftlichen Nervenfaserbündel vereinen, welches sich nur mit einer markhaltigen Scheide zu

umhüllen scheint, gehen die Ausläufer der grossen unipolaren Zellen häufig direct in breite, markhaltige, doppelt contourirte Nervenfasern über (s. fig. VIII. a.). Wiederholt sah ich dieselben aber auch gleich nach ihrem Ursprunge in feinste Nervenfibrillen sich auflösen, welche dann theils an von anderen unipolaren Zellen kommende, theils an die Ausläufer multipolarer Nervenzellen herantreten, um gleichen Verlauf mit ihnen zu theilen. Indem sie aber nachträglich von einer gemeinsamen Nervenscheide umhüllt werden, geben sie zur Bildung eines scheinbar einfachen, in der That aber aus mehreren feinsten und dicht neben einander gelagerten Primitivfibrillen bestehenden Achsenbandes Veranlassung. Auf diese Weise scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass in einer breiten Nervenfaserscheide feinste Primitivfibrillen neben einander verlaufen, welche, von verschiedenen Nervenzellen kommend, auch verschiedenen physiologischen Werthes sind, so dass vielleicht in einer solchen breiten Faserscheide theils motorische, theils sensitive oder sympatische Primitivfibrillen dicht neben einander verlaufen und zu einem Achsenbande vereint sind.

LIMNAEUS STAGNALIS.

Taf. III. fig. IX.—XVI., Taf. IV. fig. I.

Das Centralnervensystem von Limnaeus stagnalis (s. Taf. IV. fig. I.) liegt unter dem Ursprunge des Oesophagus aus dem Schlundkopfe und wird durch die Längsachse desselben in zwei symmetrische Hälften getheilt, von welchen jede in fünf Abtheilungen zerfällt, an denen man wieder einzelne Unterabtheilungen unterscheiden kann.

Die fünf Hauptabtheilungen, welche mit denen der andern Seite fünf Paare von abgesonderten Ganglienmassen bilden, hängen sowohl unter sich als auch mit ihren entsprechenden Gegenpaaren durch theils kürzere, theils längere Commissuren zusammen.

Von diesen fünf Ganglienpaaren liegen vier hinter dem Schlundkopfe des Thieres am Anfange des Oesophagus dicht vereint, während das fünfte Paar, mit den anderen durch lange und dünne Commissuren zusammenhängend, mehr nach vorn in die Mitte der untern Wand des Schlundkopfes gerückt ist.

An den, am Anfangstheile des Oesophagus liegenden, die eigentliche Schlundganglienmasse bildenden vier Ganglienpaaren unterscheide ich wieder zwei mittlere und zwei seitliche Paare. Die mittleren liegen unter dem Oesophagus, während die seitlichen theils unter ihm selbst, theils an seinen seitlichen Rändern gelagert sind; die beiden mittleren Paare stossen in der Längsachse des Oesophagus dicht an einander; die seitlichen Paare sind theils mit den mittleren, theils unter einander durch kurze Commissuren verbunden; die an den Rändern des Oesophagus liegenden äussersten Paare senden nach oben ebenfalls jederseits eine Commissur, welche beide, den Oesophagus umgürtend, auf der Mitte seiner obern Wand zusammentreffen und so den charakteristischen Schlundring bilden.

Schneidet man ein Thier in der Rückenlinie auf, nachdem man es vorher vermittelst Nadeln auf einer Korkplatte gehörig auseinandergespannt hat, so sieht man gleich diesen Schlundring mit einem Theile der äussersten seitlichen Abtheilungen auf dem Oesophagus liegen. Trennt man nun auch letztern an seinem Ursprunge aus dem Schlundkopfe ab, und eben so in gleicher Höhe die in den Schlundkopf einmündenden Ausführungsgänge der Speicheldrüsen, und zieht man nun diese Theile aus dem Schlundringe hervor, so treten die beiden mittleren und das mehr nach innen gelegene seitliche Paar zu Tage. Von den beiden mittleren Paaren ist das eine von

dem andern theilweise bedeckt, indem diese, zwischen sich eine von der Aorta kommende Gefässverzweigung bergend und seitlich durch kurze Commissuren vereint, gleichsam einen zweiten untern Schlundring bilden.

Betrachten wir Taf. IV. fig. I., so finden wir in A. die seitlichst gelegenen, den Oesophagus an seinen äusseren Rändern umsäumenden Ganglienpaare. Die, diese beiden verbindende, auf der Rückenfläche den Oesophagus umgürtende Commissur h. ist in der Mittellinie durchschnitten und zur Seite geschlagen. *)

Von der Abtheilung A. gehen zwei Commissuren nach unten und innen.

Die erste Commissur a. führt zu dem oberhalb des Gefässes gleich unter dem Oesophagus gelegenen Ganglion B., durchsetzt dieses theilweise und gelangt nun als Commissur i. zu dem mittlern grossen Ganglion C., welches mit seinem Gegenpaare in der Mittellinie dicht aneinanderstösst und ausserdem noch durch eine in der Mitte von einem Ganglion zum andern gehende Commissur f. innig mit demselben vereinigt ist.

Die Commissur b. führt zu dem am tiefsten, auf der Bauchfläche des Thieres, unter dem Gefässe gelegenen Ganglion D., welches ebenfalls mit seinem Gegenpaare sowohl in der Mitte zusammenstösst als auch durch eine eigene Commissur g. mit ihm vereinigt ist. Dasselbe zeigt nach vorn und aussen eine halbkugelige Anschwellung E. Das Ganglion D. ist mit dem Ganglion B. durch eine eigene Commissur e. verbunden, so dass also die Abtheilungen D., B. und C. nebst den Commissuren c., i., f. und g. einen zweiten, tiefer gelegenen, das erwähnte Gefäss umgürtenden Schlundring bilden.

Die seitliche Ganglienabtheilung A. zeigt vier kugelige Unterabtheilungen $\alpha.$, $\beta.$, $\gamma.$ und $\delta.$ Bei der grössern derselben, $\alpha.$, entspringt jederseits eine längere und dünnere Commissur d., welche diese grosse Centralnervenmasse mit dem kleinen vordersten, unter dem Schlundkopfe liegenden Ganglion F. verbindet. Dieses ist mit seinem Gegenpaare der andern Seite durch eine Quercommissur c. verbunden.

Um nun auch bei diesem Thiere die einzelnen Abtheilungen der Centralnervenmasse physiologisch bestimmen zu können, habe ich vor Allem die aus diesen entspringenden Nerven in ihrem Verlaufe zu den einzelnen Organen verfolgt und Folgendes gefunden:

Aus der seitlichen Abtheilung A. entspringen zwischen den Abtheilungen $\alpha.$ und $\gamma.$ rechts vier Nerven (1., 2., 3. und 4.).

---

*) Die Figur ist so gezeichnet, dass ihre rechte Hälfte die Aussenseite der Schlundganglienmasse, die linke die innere Fläche derselben darstellt. Dadurch ward es mir möglich, rechts das charakteristische Grössenverhältniss der in den einzelnen Abtheilungen der Schlundganglien liegenden Nervenzellen, links dagegen den Faserverlauf und den Ursprung der einzelnen Nerven abzubilden. Die einzelnen Theile sind nach in carminsaurem Ammoniak imbibirten Präparaten nach der Natur gezeichnet. Da bei wirbellosen Thieren nur die Zellen, nicht aber ihre Ausläufer sich mit rothem Farbstoffe imprägniren, so kann man über den Zusammenhang der Nervenzellen unter sich oder den Ursprung der Faserzüge an ihnen nichts Sicheres finden, um so weniger, als die roth gefärbten Zellen die tieferen Fasergruppen verdecken. Diese studirte ich daher an Präparaten, welche kurze Zeit in verdünntem Alkohol etwas erhärtet und dann nur einen Tag einer schwachen Lösung von carminsaurem Ammoniak ausgesetzt waren, wodurch die schwach gefärbten Zellen etwas von den Fasergruppen abstachen. Den Zusammenhang der faserigen und zelligen Gebilde unter sich kann man nur an Zerzupfungspräparaten erforschen.

Der Nerv 1. geht zum Auge und muss daher als Nerv. opticus aufgefasst werden. Der Nerv 2. geht zu dem Fühler, ist daher wohl als Sinnesnerv (N. olfactorius?) zu bezeichnen, eben so wie der Nerv 3., welcher zu den Lippen dringt. Der Nerv 4., welcher nur rechts vorkommt, geht zum Penis und dringt in dessen Gewebe, da, wo sich derselbe in die Muskulatur des Fusses einsenkt.

Aus dem Ganglion B. entspringt ein starker Nerv 5.; er verläuft zur Lungenhöhle, gibt aber links noch einen Zweig zum Herzen ab.

Aus den Ganglien C. der linken Seite entspringen nach innen drei Nerven: 6., 7. und 8. Die Nerven 6. und 8. sind dünn und gehen zu den verschiedenen Theilen der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane sowie zu den Verdauungsorganen, wo sie sich in die feinsten Verzweigungen auflösen. Der mittlere, stärkere Nerv 7. begleitet den Ausführungsgang der weiblichen Geschlechtsorgane und dringt mit denselben in die Vulva.

Die drei Nerven der entsprechenden Ganglien C. der rechten Seite sind zu einem starken Nervenbündel vereint, welches, in grossen Bogen die Geschlechtsorgane umziehend, in die Gegend der Geschlechtsöffnung eindringt.

Ausser diesen drei aus den Ganglien C. beiderseits entspringenden Nervenpaaren geht von denselben nach aussen jederseits noch der Nerv 9. ab, welcher, senkrecht die Muskulatur des Fusses durchbohrend, in die Haut desselben dringt.

Aus den Ganglien D. entspringen jederseits ein grösserer Nerv 10. und mehrere kleinere Nerven 11. Der grössere verläuft zu den mittleren, die kleineren nach aussen zu den seitlichen Theilen der Fussmuskeln. Ausserdem entspringt jederseits aus dem Höcker E. ein Nerv 12., der zu den vorderen Theilen der Fussmuskeln verläuft. Alle diese Nerven entspringen mehr oder weniger von der untern Fläche des Ganglions.

Wir haben gesehen, dass die, die Ganglienabtheilung A. mit dem isolirten Ganglion F. verbindende lange und schmale Commissur d. aus der vordern Anschwellung α. von A. hervorgeht.

Bevor sie nun in F. eintritt, gibt sie jederseits einen starken Nerv 13. ab, welcher, nach aussen hinziehend, in die Seitenwandung des Schlundkopfes dringt.

Nach vorn entspringt aus jedem Ganglion F. ein Nerv 14., welcher nach kurzem Verlaufe wieder zu einem kleinen Ganglion G. anschwillt. Von diesem entspringt ein in den vordern Theil der Seitenwand des Schlundkopfes dringender Ast 15. Der Nerv 14. selbst dringt erst in der Nähe des Mundes in den Schlundkopf ein, eben so wie ein aus der Mitte der Quercommissur e. entspringender, in der Mittellinie der untern Fläche des Schlundkopfes verlaufender Nerv 16. Sehr zu beachten ist noch ein links aus dem Nerv 13. abbiegender, rückwärts verlaufender, sehr feiner Nerv 17., welcher, durch den untern Schlundring hindurchtretend, sich theils an den Speicheldrüsen, theils am Darmcanal verzweigt.

Wenn wir nun auch gleich sehen werden, dass die einzelnen Nerven nicht aus den ihnen zunächst liegenden, ihnen scheinbar zum Ursprunge dienenden Anschwellungen der Centralnervenmasse allein entspringen, sondern durch besondere, in den Commissuren verlaufende Faserzüge auch mit entfernteren Theilen derselben in Verbindung treten, so erhalten sie doch von den zunächst liegenden Abtheilungen die meisten neuen Elemente, und ich stehe daher auch nicht

an, aus dem Verlaufe und aus den Funetionen der einzelnen Nerven aueh auf den physiologischen Charakter der ihnen zum Ursprunge dienenden Abtheilungen zu schliessen.

Hiernaeh möchte ich aber die Ganglienabtheilung A. mit ihren Unterabtheilungen $\alpha.$, $\beta.$, $\gamma.$ und $\delta.$, aus welehen hauptsäehlieh die Sinnesnerven entspringen, als den sensitiven, die Abtheilungen B., C. und F., aus welehen die zu den Verdauungs- und Geschleehtsorganen führenden Nerven ihren Ursprung nehmen, als den sympathisehen und die Abtheilung D. nebst ihrem Anhange E., aus welehen die Bewegungsnerven des Fusses hervortreten, als den motorischen Theil der Sehlundganglienmasse von Limnaeus stagnalis bezeichnen.

Auffallend ist, dass die Gehörbläschen in dem untern Theile der motorisehen Ganglienabtheilung D. liegen; wir finden aber bei vielen anderen Gasteropoden dieselbe Erseheinung wieder.

Ueber den Faserverlauf in den Centralorganen des Nervensystems von Limnaeus stagnalis habe ieh folgende Anschauungen gewonnen.

Vor Allem habe ieh hier dasselbe Gesetz wiedergefunden, welehes sieh aus den früheren Untersuehungen an wirbellosen Thieren versehiedener Classen ergeben hatte: dass nämlieh Faserzüge, welehe aus einer Ganglienabtheilung durch eine Commissur zu einer andern verlaufen, nur zum Theile in diese hineindringen und theils direet, theils dureh das Zwischentreten von multipolaren Zellen in die aus dieser Abtheilung hervortretenden Nerven übergehen, während der grössere Theil dieser Faserzüge, an der innern Seite der zunächst liegenden Ganglienabtheilung vorbeiziehend, in entferntere Abtheilungen eindringt und sieh dort erst an den verschiedenen Nervenursprüngen auflöst.

Wir haben aber vier Quereommissuren gefunden, dureh welche die einzelnen Ganglienpaare mit einander verbunden erseheinen. Die beiden kürzesten f. und g. verbinden die mittleren Ganglienpaare C. C. und D. D. Die etwas längere Commissur e. verbindet die beiden vorderen Ganglien F. F. Die stärkste und längste der Quercommissuren h. (auf unserer Figur I. in der Mitte durchschnitten und die Durehsehnittsenden zur Seite gesehlagen) verbindet die beiden Hauptabtheilungen A. A. und bildet, auf dem Oesophagus liegend, den eigentliehen Sehlundring.

Gehen wir nun, um ein riehtiges Urtheil zu gewinnen, von der Mitte der die Ganglien C. C. verbindenden Quercommissur f. aus und verfolgen dieselbe seitlieh, so sehen wir gleich einen Theil ihrer Fasern in die sympathischen Nerven 6., 7., 8. und in den Nerv 9. eindringen. Ihre Hauptfaserelemente erhalten diese Nerven aber aus den in der untern Hälfte dieses Ganglions gelegenen grossen Nervenzellen, während die Zellen der obern Hälfte den zu dem Ganglion B. strebenden Faserzug i. verstärken. In B. angekommen, theilt sieh der Faserzug i. in drei Theile. Der kleinste, äussere derselben tritt in den sympathisehen Nerv 5., weleher aber seine Hauptelemente aus den Zellen von B. selbst erhält. Der zweite, innere Theil geht naeh vorn in die Commissur e., der dritte, mittlere Theil, nachdem er an der innern Seite des Ganglions B. vorbeigegangen, als seitliehe Commissur a. in die Ganglienabtheilung A. über. Beide Commissuren a. und e. erhalten ebenfalls Verstärkung von den Randzellen des Ganglions B.

Die Commissur a. theilt sieh nach ihrem Eintritte in die Ganglienabtheilung A. in mehrere Faserzüge.

Der breiteste derselben, a'., zweigt sich noch in der Commissur a. nach vorn ab, verläuft

quer unter der Unterabtheilung *α*. her und bildet den Haupttheil der Längscommissur d., bildet also einen directen Zusammenhang zwischen den sympathischen Ganglien B. und C. der Centralnervenmasse und dem vorgeschobenen sympathischen Ganglion F. Auf der rechten Seite geht ausserdem ein zweiter, stärkerer Faserzug in den Nerv 4. über, welcher wohl auch hauptsächlich als sympathischer Nerv betrachtet werden muss. Die drei übrigen Faserzüge gehen quer durch die Abtheilung A. und dringen in die Nerven 1., 2., 3., führen also den Sinnesnerven sympathische Fasern zu. Auch glaubte ich, einen Theil derselben in die, die beiden Gehirnabtheilungen A. verbindende Quercommissur h. verfolgen zu können.

Ausser diesen wenigen sympathischen Fasern erhalten aber die Sinnesnerven ihre Hauptfaserelemente von den Fortsätzen der in den verschiedenen Abtheilungen von A. gelegenen Zellen.

Die Nerven 1. und 2. (Nerv. opticus und N. olfactorius?) beziehen ihre meisten Fasern aus einer, die Anfangsstelle von h. umlagernden Anschwellung *δ*. Dieselbe liegt besonders auf der äussern Seite der Commissur h., schlägt sich um ihre Ränder, dieselben umsäumend, nach innen und unten um, ohne aber auf der innern Fläche der Commissur ebenfalls eine zusammenhängende Masse zu bilden; ihre inneren unteren Ränder lassen vielmehr noch einen Zwischenraum frei, in dessen Tiefe man die aus der Abtheilung A. kommenden Längsfaserzüge der Commissur h. erblickt. Beide Nerven erhalten aber fernere Zuzüge aus der Anschwellung *β*. und den nach innen von der Commissur a. zwischen dieser und der Commissur b. gelegenen Abtheilungen von A.

Der zu den Lippen führende Nerv 3. erhält seine Hauptfaserelemente aus der ihm zunächst liegenden Anschwellung *γ*.

Die Längscommissur d. erhält ausser den direct aus den Ganglien B. und C. durch die Commissur a. kommenden Fasern neue Elemente aus *α*.

Die von den sympathischen Ganglien B. und C. kommende Commissur c. und die von dem sensitiven Ganglion A. kommende Commissur b. vereinigen sich in E. und geben theils einzelne Faserelemente an die aus E. u. D. entspringenden motorischen Nerven ab, theils und hauptsächlich gehen sie durch D. quer nach innen in die Quercommissur g. über und bilden hier eine Durchkreuzung mit den Nervenelementen der rechten Seite des Centralnervensystems. Die aus D. entspringenden motorischen Nerven erhalten ihre Hauptfasern von den Nervenzellen von D. selbst. Welche Nervenfasern mit den in D. liegenden Gehörbläschen in Verbindung treten, habe ich nicht ermitteln können.

Die Längscommissur d., welche vor ihrem Eintritte in das Ganglion F. den Seitennerv 13. abgibt, theilt sich, in F. angelangt, in zwei Theile. Der erste geht nach innen in die Quercommissur e. über. Der zweite durchsetzt das Ganglion und tritt an seinem vordern Rande als Nerv 14. wieder hervor. Die in dem Ganglion F. liegenden Nervenzellen geben ihre Ausläufer theils zur Quercommissur e., theils zu dem rückwärts laufenden Nerv 13., theils zu dem nach vorn gehenden Nerv 14. Der aus diesem letztern seitlich abbiegende Nerv erhält neue Faserelemente aus der kleinsten Anschwellung G.

Nachdem ich in eben beschriebener Weise über den Faserverlauf in den einzelnen Abtheilungen des Nervensystems von Limnaeus stagnalis sowie über den Ursprung und den Verlauf der einzelnen Nerven klare Anschauungen gewonnen und dadurch mir die physiologische Deutung

der einzelnen Abtheilungen ermöglicht, suchte ich auch deren histologische Verhältnisse näher zu erforschen.

Auch hier fand ich die besonders bei Astacus fluviatilis deutlich geschiedenen Zellenformen wieder und halte daher um so mehr an der Aufstellung von physiologisch verschiedenen Nervenzellen fest, als sich mir gerade bei Limnaeus stagnalis, wo die einzelnen Abtheilungen des Centralnervensystems so leicht gesondert zur Untersuchung gebracht werden können, dieselben Resultate ergeben haben.

Wir betrachten, um eine übersichtliche Anschauung zu gewinnen, diese einzelnen Abtheilungen, wie wir sie oben physiologisch sondern zu müssen glaubten.

I) Die sympathischen Ganglien

(s. Taf. IV. fig. I. B., C. und F.).

In der grössern Abtheilung C. finde ich überwiegend

grosse unipolare Zellen

(s. Taf. III. fig. IX., XIV. a.)

mit dunkelrandigem Kerne, theils homogenem, theils gelblich gekörntem, dunklem Zelleninhalte, dessen homogener Theil eine zarte concentrische Schichtung zeigt. Der Kernkörper ist meist gross und blass; es finden sich aber auch manchmal mehrere hellglänzende Kernkörper in einem Kerne. Der Fortsatz der Zelle ist blass, zart längsstreifig und gibt schon nach kürzerm Verlaufe seitliche Verzweigungen ab. Die Zelle besitzt eine deutlich zu erkennende, feste, auf den Fortsatz übergehende und mit diesem verschmelzende Membran. Die rundlichen Zellen zeigen meist einen Durchmesser von 0,083‴; der Durchmesser des Kernes misst 0,061‴; der Fortsatz ist an seinem Ursprunge 0,008‴ breit. Andere, mehr längliche, ovale Zellen hatten eine Länge von 0,07‴ und eine Breite von 0,06‴.

Ausser diesen grossen unipolaren Zellen finde ich vereinzelt

bipolare Zellen

(s. Taf. III. fig. XI.)

von 0,05‴ Länge. Die Kerne derselben besitzen einen Durchmesser von 0,028‴; die Fortsätze, die manchmal an einer und derselben Seite von den Zellen abgehen, zeigen eine Breite von 0,0035‴.

Zwischen diesen grossen uni- und bipolaren Zellen liegen vereinzelt

kleine unipolare Zellen

(s. Taf. III. fig. X., XV. a.)

mit verhältnissmässig grossem Zellenkerne und einem oder mehreren hellen Kernkörpern. Ihr Inhalt ist hell und homogen, eine denselben begrenzende Zellenmembran schwer zu erkennen; sie sind farblos, während die grossen uni- und bipolaren Zellen eben so wie die gleich zu beschreibenden multipolaren Zellen alle ein mehr oder weniger um den Kern gelagertes gelbkörniges Pigment zeigen. Sie besitzen eine Länge von 0,014‴, eine Breite von 0,011‴, die Fortsätze nur eine Breite von 0,006‴—0,008‴.

Alle beschriebenen Zellenformen sind mehr oder weniger an der äussern Randschichte des Ganglions gelagert. In der Tiefe desselben dagegen finden sich viele

multipolare Zellen

(s. Taf. III. fig. XIII., XIV. b., XV. b.).

Ihr Kern ist fein granulirt, der Kernkörper klein und meist einfach; bei Wassereinsaugung oder Druck zergehen sie, ohne dass man eine Membran an ihnen erkennen kann; ihre Fortsätze theilen sich bald in feinste Fibrillen von 0,0004‴—0,0006‴, von welchen ich deutlich einige mit den Ausläufern der grossen und kleinen unipolaren Zellen zusammenhängen sah; auch unter sich bilden sie Anastomosen (s. fig. XIV. und XV.). Sie liegen gruppenweise in der Mitte des Ganglions eingebettet in einer feinkörnigen Masse. Ihre Breitendurchmesser schwanken zwischen 0,026‴—0,035‴, während ihre Kerne meist einen Durchmesser von 0,017‴ zeigen.

Ausser diesen grösseren Zellenformen finde ich eine Menge von

kleinsten bipolaren Zellen

(s. Taf. III. fig. XIV. c., XVII. c.),

welche, mit den feinsten Nervenfasern zusammenhängend, bei Anwendung 800facher Vergrösserung deutlich einen hellglänzenden Kernkörper und einen den Kern schwach umsäumenden Zelleninhalt erkennen lassen. Sie besitzen einen Durchmesser von 0,0053‴.

In der Ganglienabtheilung B. finden sich am Rande meist die grossen unipolaren Zellen mit breiten Fortsätzen, während in der Mitte sich, wenn auch verhältnissmässig weniger, multipolare Zellen von kleinstem Durchmesser finden. Die kleinen unipolaren Zellen habe ich hier fast ganz vermisst.

In dem vorgeschobenen Ganglion F. liegen sehr viele grosse unipolare Zellen, von rundlicher Form, mit grossem, grobkörnigem Kerne, blassem Kernkörper und sehr breitem Fortsatze, welcher sich manchmal schon ganz dicht an der Zelle theilt, wodurch dieselbe ein bipolares Ansehen erhält. An Grösse übertreffen einige derselben die grössten Zellen der beiden vorher beschriebenen Abtheilungen B. und C., da ich Zellen von 0,107‴ Breite gefunden habe, deren Kerne noch einen Durchmesser von 0,09‴ zeigten. An ihren Fortsätzen kann man deutlich bei 800facher Vergrösserung eine feine Längsstreifung unterscheiden; bleiben die Zellen einige Tage in verdünnter Lösung von chromsaurem Kali, so zerfallen sie in feinste Fibrillen von 0,0004‴ Breite.

Kleine multipolare Zellen findet man in diesen Abtheilungen verhältnissmässig mehr als in der Abtheilung C. und viel mehr als in B. Ihr Kern füllt fast die ganze Zelle aus und besitzt mehrere kleine hellglänzende Kernkörperchen. Ihre Fortsätze besitzen eine Breite von 0,0004‴ bis 0,0006‴. Auffallend ist das Verhalten der grossen unipolaren Zellen bei Imbibition mit carminsaurer Ammoniak-Lösung gegenüber den kleinen unipolaren Zellen. Indem erstere den Farbstoff sehr leicht und schnell einsaugen, wodurch der Zelleninhalt schon nach kurzem Verweilen des Präparates in der Lösung gelblich, der Kern dagegen bald tief roth erscheint, bleibt bei den kleinen unipolaren Zellen dagegen der Zelleninhalt hell, nimmt keine Imbibition an, und nur der Kern erhält allmälig, nach längerer Einwirkung der Flüssigkeit, einen röthlichen Schimmer. Die multipolaren Nervenzellen

dagegen gleichen in ihrem Verhalten gegen carminsaure Ammoniak-Lösung mehr den grossen unipolaren Zellen. Sie finden sich ebenfalls nur im Innern des Ganglions, und zwar in ihren kleinsten Formen von 0,017‴—0,04‴ Durchmesser.

2) Die motorischen Abtheilungen D. und E.

(s. Taf. IV. fig. I. D. und E.).

Die in den Abtheilungen D. u. E. vorkommenden Zellenformen stimmen im Wesentlichen mit den in den Abtheilungen B., C. und F. beschriebenen Formen überein. Auch hier kann man grosse unipolare Zellen mit breiten Fortsätzen, kleine unipolare Zellen mit feinsten Ausläufern, multipolare Zellen und die kleinsten bipolaren Zellen unterscheiden.

Das Mengenverhältniss, in welchem die einzelnen Zellenformen in diesen beiden motorischen Abtheilungen vorkommen, ist aber ein von den vorher beschriebenen Abtheilungen B., C. und F. wesentlich verschiedenes. Denn während wir bei diesen die grossen unipolaren Zellen in vorwiegender Zahl vorfanden, treten dieselben hier zurück, und die kleinen unipolaren Zellen erscheinen in Verbindung mit multipolaren Zellen in absolut grösserm Zahlenverhältnisse. Die vorkommenden grossen unipolaren Zellen liegen ganz in der äussern Randschichte und erreichen nur selten die Grösse der Zellen der Abtheilungen B., C. und F. Im äussern, untern Segment dieser Abtheilung D. liegt das Gehörbläschen mit den Otolithen. Eine Verbindung desselben mit den umliegenden Nervenfasern habe ich nicht wahrnehmen können.

3) Die sensitive Abtheilung A.

(s. Taf. IV. fig. I. A.).

Bei Untersuchung von Präparaten der Abtheilung A. des Centralnervensystems von Limnaeus stagnalis fallen nach längerer Imbibition mit carminsaurer Ammoniak-Lösung vor Allem die Unterabtheilungen α. und γ. durch ihre grossen, mit dunkelrothem Kerne versehenen unipolaren Zellen in's Auge, die an Grösse den Zellen der sympathischen Abtheilungen B. und C. gleichstehen und auch in äusserer Form sich nur durch eine noch viel stärkere und, wie ich besonders in der Abtheilung γ. beobachtete, kernhaltige Membran sich von diesen unterscheiden. Auch fand ich die Kerne dieser Zellen meist mit mehreren Kernkörpern angefüllt, die in ihrem Innern bei 800facher Vergrösserung deutlich noch ein kleines Bläschen erkennen liessen. Ihr Inhalt zeigt die schon früher bei anderen grossen unipolaren Zellen beschriebene zarte concentrische Streifung. Sie haben meist einen Durchmesser von 0,107‴; ihr Kern zeigt 0,08‴ Durchmesser, ihr Fortsatz eine Breite von 0,017‴.

Auch die Abtheilung β. zeigt vereinzelt diese grossen Zellenformen; häufiger dagegen die kleine unipolare Zellenform, welche wir die Hauptmasse der Abtheilung D. bilden sahen.

Diese unterscheiden sich von den grossen unipolaren Zellenformen durch ihren hellen, farblosen oder nur schwach röthlich gefärbten Kern und ihren einfachen, oft undeutlichen Kernkörper, welchem das centrale Bläschen fehlt. Sie liegen in Gruppen vereint; ihre zarten Ausläufer

treten oft zu einem gemeinsamen Nervenbande zusammen, während die Ausläufer der grossen Zellen sich bald vielfach theilen. Sie zeigen bei meist ovaler Gestalt eine Länge von 0,022‴ und eine Breite von 0,017‴.

Das Innere der Abtheilung A. ist ausgezeichnet durch seine Menge von feinsten, 0,0004‴ breiten Fasern, an welchen oft die oben beschriebenen kleinsten bipolaren Zellen anhängen und welche gerade hier am häufigsten auftreten.

Ausserdem liegen in dem Innern der Abtheilung A. viele multipolare Zellen, bei welchen ich aber ebenfalls zwei Formen unterscheiden konnte:

1) grössere, gelblich pigmentirte, die mit den Ausläufern der grossen unipolaren Zellen zusammenhängen, an welchen ich eine Membran erkennen zu können glaubte;
2) kleinere, mit hellem, farblosem Kerne, ohne deutliche Zellenmembran; sie stimmen in ihrem Baue mit den kleinen unipolaren Zellenformen überein.

Eine neue Zellenform aber, die in allen anderen Abtheilungen des Centralnervensystems unseres Thieres fehlt, tritt in der, den Anfangstheil der Commissur h. umhüllenden Unterabtheilung *δ*. auf. Es sind:

kernähnliche Körperchen

(s. Taf. III. fig. XVI.),

welche aber bei 600facher Vergrösserung und bei Einwirkung verdünnter Essigsäure deutlich eine äussere Zellenmembran nebst Zelleninhalt, einen hellen Kernkörper und an einem Pole einen feinen, fadenförmigen Anhang zeigen. Sie liegen in Gruppen vereint und schicken ihre, einer Zellengruppe zugehörigen feinsten Fortsätze zu einem gemeinschaftlichen Faserzuge zusammen. Carminsaure Ammoniak-Lösung nehmen sie gierig auf, so dass sie schon nach blos einnächtiger Imbibition ein schön rothes Aussehen gewinnen; ihre Fortsätze nehmen aber keinen Farbstoff auf. Sie besitzen einen Durchmesser von 0,009‴ und ihre fadenförmigen Anhänge eine Breite von 0,0002‴—0,0004‴.

Dass ein Theil der aus diesen Zellengruppen entspringenden Faserzüge in die beiden Sinnesnerven 1. und 2. übergeht und zu deren Bildung hauptsächlich beiträgt, davon habe ich mich auf das Bestimmteste überzeugt und stelle daher diese Körperchen in gleiche Linie mit den bei Astacus fluviatilis sub 4 beschriebenen kernähnlichen Körpern mit fadenförmigem Anhange.

Ein anderer Theil ihrer Ausläufer entzieht sich aber der Untersuchung. Manchmal glaubte ich ihn in die Commissur h. verfolgen zu können; ein anderes Mal wieder schien mir eine Gruppe durch die Länge des Ganglions A. und die Commissur b. nach dem Ganglion D. hinzustreben, und hoffte ich, dieselbe mit den Gehörbläschen in D. in Verbindung treten zu sehen, was mir aber nicht gelungen, da sich diese feinen Fasern unter den übrigen Zellen- und Faserformen der weitern Beobachtung entziehen.

Wenn es nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen bei Astacus fluviatilis schon nahe lag, den verschiedenen Zellenformen auch verschiedene physiologische Bedeutung zuzulegen, so führen mich meine Untersuchungen über die Anordnung der histologischen Elemente im Centralnervensystem von Limnaeus stagnalis um so mehr zu dieser physiologischen Unterscheidung der einzelnen Zellenformen, als hier die, verschiedenen physiologischen Bestimmungen dienenden einzelnen

Abtheilungen des Centralnervensystems auch anatomisch streng geschieden sind und dadurch eine noch viel genauere Untersuchung der in den einzelnen Abtheilungen vorkommenden Zellenformen zulassen.

Was sich mir daher bei Astaeus nur in skizzenhaften Umrissen zeigte, nimmt hier schon bestimmtere Formen an, und folgende Sätze sind mir fast zur Gewissheit geworden:

1) Die grossen unipolaren Zellen mit ihren breiten Fortsätzen, welche hauptsächlich in den, dem vegetativen Processe vorstehenden Abtheilungen B., C. und F. vorkommen, sind auch als vegetative oder sympathische Zellen zu betrachten.

2) Die kleinen unipolaren Zellen mit ihren schmalen Anhängen, die Hauptvertreter der motorischen Abtheilung D., sind als motorische Nervenzellen zu deuten.

3) Die kleinsten unipolaren Zellen der Unterabtheilung γ. gehören ausschliesslich dem sensitiven Nervensysteme an und scheinen die höheren Sinnesthätigkeiten einzuleiten und zu vermitteln.

4) Die multipolaren Nervenzellen, welche in allen Abtheilungen des Centralnervensystems auftreten und mit den Ausläufern sowohl der sympathischen als auch der motorischen und der sensitiven Nervenzellen in Verbindung treten, müssen als Leitungsorgane und als die verschiedenen Reflexthätigkeiten vermittelnde Zellen aufgefasst werden.

Allerdings könnte man dieser Auffassung und Differenzirung der einzelnen Nervenzellen Das entgegensetzen, dass, gerade weil bei Limnaeus die einzelnen Abtheilungen des Centralnervensystems so streng anatomisch geschieden sind, auch die einzelnen Zellenformen nur in den für sie bestimmten Abtheilungen vorkommen dürften, was aber nicht der Fall ist, da in der sympathischen Abtheilung C. auch sog. motorische, in der motorischen Abtheilung D. auch sog. sympathische, ja, in der sensitiven Abtheilung A. sogar viele sog. sympathische Nervenzellen in sehr ausgeprägter Form vorkommen. Wir müssen aber bedenken, dass von den aus der Abtheilung B. entspringenden Nerven nur die Nerven 6., 7. und 8. rein sympathischer Natur sein möchten, während der in den Fuss eindringende Nerv 9. wohl theils als Bewegungs-, theils als Gefühlsnerv zu betrachten ist. Anderntheils steht wohl der Auffassung Nichts im Wege, dass selbst den aus der Abtheilung D. entspringenden motorischen Nerven einzelne sympathische Fasern beigemengt sein möchten, wie wir denn ja sympathische Fasern aus der Abtheilung B. durch die Commissur e. bis in die Abtheilung D. verfolgten und dort einzelne Fäserchen an die Nerven 10., 11. und 12. abgeben sahen.

Was aber die Abtheilung A. betrifft, so möchte ich gerade ihre Unterabtheilungen α. und γ. als noch den rein vegetativen Nervencentren zugehörig betrachten, da die Ausläufer der Zellen der Unterabtheilung α., wie wir gesehen, zur Bildung der sympathischen Commissur d. beitragen, während aus den Fortsätzen der Zellen der Unterabtheilung γ., wenigstens rechts, der gewiss sympathische Penisnerv 4. hervortritt.

Fassen wir daher vor Allem die Mengenverhältnisse der in den einzelnen Abtheilungen auftauchenden verschiedenen Zellenformen als hauptsächlich gültigen Maassstab in's Auge, so glauben wir, die obige Differenzirung der verschiedenen Nervenzellenformen in motorische, sensitive und sympathische oder vegetative Nervenzellen nicht als unwahrscheinlich von der Hand weisen zu dürfen.

Auffallend ist die im Ganzen absolut überwiegende Anzahl der grossen unipolaren vegetativen Zellen gegen die anderen Zellenformen, da, abgesehen von dem Vorkommen sympathischer Nervenzellen in allen Abtheilungen des Centralnervensystems, die sympathischen Abtheilungen B., C. und F. nebst den Unterabtheilungen α. und γ. der Abtheilung A. mehr als die Hälfte der gesammten Centralnervenmasse ausmachen. Es möchte diese Erscheinung aber im Einklange mit den Lebensäusserungen der wirbellosen Thiere überhaupt stehen, bei welchen bekanntlich die vegetative Sphäre die motorische und sensitive bei Weitem überwiegt. Die motorischen und die sensitiven Zellenformen werden daher nur bei den höher organisirten wirbellosen Thieren, die mit einem ausgebildeteren Bewegungs- und Sinnesapparate versehen sind, in grösserer Zahl zu finden sein, während den niederst organisirten Thieren wohl nur sympathische und multipolare Zellenformen zukommen möchten.

Nachtrag.

(s. Taf. III. fig. XVII.—XIX., Taf. IV. fig. II.—V.)

An vorstehende Abhandlungen könnte ich noch eine Reihe von Untersuchungen anknüpfen, welche ich in ähnlicher Weise besonders im Verlaufe des letzten Sommers an verschiedenen Arten von Helix, Limax und anderen Gasteropoden angestellt habe. Da aber bei allen anatomisch und histologisch analoge Resultate sich ergaben, so begnüge ich mich nur mit einer kurzen anatomischen Schilderung des Centralnervensystems von Helix nemoralis und Arion empiricorum, als Hauptrepräsentanten der Lungenschnecken.

Bei ersterm Thiere sowie auch bei anderen Arten von Helix lassen sich die physiologisch verschiedenen Abtheilungen der Schlundganglienmasse auch anatomisch noch ziemlich scharf differenziren, während bei Arion und anderen Limaceen die einzelnen Gehirnparthieen schon viel näher aneinandergerückt sind und eine anatomische Umgrenzung des motorischen und sympathischen Theiles wenigstens nicht mehr ganz genau möglich ist. Der sensitive Theil (s. Taf. IV. fig. V. A.) ist dagegen auch bei Arion von den beiden übrigen Theilen (B. und C.) noch deutlich durch zwei schmale Commissuren (D.) getrennt und so leicht von diesen isolirt zu untersuchen.

Er bildet den auf dem Oesophagus liegenden Theil des Schlundringes, indem er aus zwei symmetrischen Hälften besteht, die in der Mitte durch eine kurze Quercommissur verbunden sind.

Der übrige, unterhalb des Oesophagus gelegene, an Masse den oberhalb gelegenen weit überwiegende Theil der Schlundganglienmasse bildet, wie bei Limnaeus, wieder einen untern, engern Ring, welcher ein von der Aorta kommendes Gefäss umschliesst.

Von dem unterhalb des Gefässes auf der Bauchfläche des Thieres gelegenen Theile B. entspringen die meisten motorischen Nerven, während von dem oberhalb gelegenen Theile C. die sympathischen Nerven herkommen; an den Rändern gehen die obere und die untere Hälfte ununterbrochen in einander über. Ich glaube daher, die untere Hälfte als den motorischen, die obere als den sympathischen Theil der Schlundganglienmasse bezeichnen zu dürfen.

Die von den sensitiven Ganglien A. kommenden Commissuren D. D. dringen die eine in den obern, sympathischen, die andere in den untern, motorischen Theil der Schlundganglienmasse ein.

Aus der sensitiven Abtheilung A. entspringen nun jederseits:

1) der Nerv a., welcher zu den Lippen führt;
2) der Nerv b.; er kommt von einer eigenen Ganglienanschwellung und geht zu dem Auge (Nerv. opticus);
3) der Nerv k., geht zu den Lippen zwischen den beiden Fühlern und zur äussern Wand des kleinen Fühlers;
4) der Nerv l., geht zum kleinen Fühler;
5) der Nerv m., schlägt sich nach unten zu den unteren Lippen.

Aus dem seitlichen Theile der motorischen Abtheilung B., in welchen die von der sensitiven Abtheilung kommende Commissur D. einmündet, entspringen:

1) der Nerv m.; er dringt in die äussere Seite des Schlundkopfes;
2) zwei Nerven o und ein Nerv s., welche in den vordern Theil des Fusses dringen.

Aus dem hintern Theile der Abtheilung B. entspringen:

1) die Nerven p., welche in die seitlichen, und
2) die Nerven q., t. und u., welche in die hinteren und mittleren Theile des Fusses dringen.

Von der sympathischen Abtheilung C. entspringen:

1) zwei nach vorn zu dem Schlundkopfe verlaufende feine Nerven;
2) die Nerven w., welche nach hinten zu den Eingeweiden verlaufen; ein Ast w'. der rechten Seite schlägt sich um den Pfeilsack und den Arcus aortae nach vorn, ein anderer feinster Ast geht zum Herzen;
3) die seitlich aus C. kommenden Nerven x. und x'., von welchen der Nerv x'. der linken Seite, nachdem er einen feinen Faden zu den Lippen entsendet, zur linken Seite des Pfeilsackes geht und dann am Herzen eine Anschwellung bildet, von welcher die feinsten Fäden zu den Eingeweiden und besonders zu dem vordern Theile der Geschlechtsorgane gehen. Diese Anschwellung ist aber kein eigentliches Ganglion, sondern wird nur durch eine innige Verflechtung von feinsten Gefässen und Nerven hervorgerufen, welche schliesslich gemeinschaftlich zu den Eingeweiden verlaufen. Der Nerv x. der rechten Seite geht zur rechten Seite des Herzens und der Lungenhöhle. Ausserdem gehen
4) links von C. feinste Nerven zu den Geschlechtsöffnungen, rechts entsprechende zu der Lungenhöhle.

Deutlicher wieder als bei Arion empiricorum tritt die anatomische Gliederung der Schlundganglienmasse in einen sensitiven, einen motorischen und einen sympathischen Theil bei Helix nemoralis hervor, welchem Thiere sich in dieser Beziehung die von mir untersuchten Heliceen überhaupt anreihen.

Die äussere Anordnung ist dieselbe, wie bei Arion und Limnaeus; der obere, auf dem Oesophagus liegende Theil des Schlundringes wird von den beiden, durch eine Quercommissur vereinten sensitiven Abtheilungen gebildet; der unterhalb des Oesophagus liegende grössere Theil zerfällt wieder in zwei Hälften, welche, auf einander liegend und nur an den oberen Seitentheilen in einander übergehend, wie bei Limnaeus und Arion, ein von der Aorta kommendes Gefäss zwischen sich bergen. Der untere Theil ist auch hier als die motorische, der obere als die sensitive Abtheilung

der Schlundganglienmasse zu betrachten. In der obern Hälfte der motorischen Abtheilung liegen die Gehörbläschen mit den Otolithen.

In fig. II. der Tafel IV. habe ich die Centralnervenmasse von Helix nemoralis abgebildet; der Schlundring ist in J. durchschnitten und die beiden sensitiven Ganglien D. zur Seite geschlagen.

Die motorische Abtheilung C. hat ihre natürliche Lage, wogegen die sympathische Abtheilung G., um ihre Verbindung mit D. und C. zu zeigen, nach vorn und oben umgeschlagen ist, so dass ihre untere Fläche hier nach oben gekehrt ist.

Die von D. entspringenden Nerven gehen theils zu den Fühlern, theils zu den Lippen; der Nerv k., welcher an seinem Ursprunge eine eigene kleine Anschwellung zeigt, ist der Nervus opticus.

Von D. gehen zwei Commissuren zu den unterhalb des Oesophagus gelegenen Schlundganglien. Die eine, F., geht zu dem sympathischen Theile G., erhält aber vor ihrem Eintritte in G. eine birnförmige Anschwellung H. Die andere Commissur, E., geht zu der motorischen Abtheilung C.

Von der sympathischen Abtheilung G. (s. Taf. IV. fig. III. und fig. IV.) geht der Nerv a. zu den Geschlechtsorganen, der Nerv b. zu der Lungenhöhle und der Nerv e. der linken Seite zu dem Herzen. Der Nerv a'. geht zu dem Penisschlauche, gibt an diesen feine Aeste ab, dreht sich dann und geht nach hinten in den Mantelsaum über.

Die von den Ganglienabtheilungen C. kommenden Nerven m. gehen alle in den Fuss des Thieres und sind deshalb als motorische zu betrachten.

Was die histologischen Verhältnisse der einzelnen Abtheilungen der Centralnervenmasse von Arion empirieorum und Helix nemoralis betrifft, so stimmen dieselben im Wesentlichen mit den bei Limnaeus stagnalis aufgefundenen Resultaten überein. In fig. XVII. der Tafel III. habe ich eine motorische Nervenzelle nebst anhängenden multipolaren und feinsten bipolaren Zellen und ihren Ausläufern aus der motorischen Gehirnabtheilung von Helix adspersa abgezeichnet.

Noch schönere Formen habe ich neuerdings an einem Chromsäure-Präparate von Helix nemoralis gefunden. Hier zeichnete sich auch die am Ursprunge des Nerv. opticus beschriebene kleine Anschwellung durch eine Menge von scheinbaren Kernen aus, welche sich aber bei stärkeren Vergrösserungen als 1) kleinste unipolare Zellen mit feinstem fadenförmigen Anhange herausstellten. Sie zeigten eine Breite von 0,009‴—0,01‴, ihre Ausläufer eine Breite von 0,0003‴—0,0004‴. Ich halte sie für analog mit den kleinsten sensitiven Zellen von Astaeus und Limnaeus.

Ausserdem fand ich in der sensitiven Abtheilung von Helix nemoralis

2) grosse unipolare Zellen mit breit abgehenden Achsenbändern, welche allmälig in feinste Fibrillen zerfallen; die breiten Achsenbänder zeigen feine Längsstreifungen. Die Zellen haben eine Länge von 0,05‴, das Achsenband an seinem Ursprunge eine Breite von 0,01‴.

3) Bipolare Zellen. Sie zeigen eine Länge von 0,034‴ und eine Breite von 0,012‴. Ihre Fortsätze zeigen nicht immer gleiche Breite und gehen auch nicht immer von entgegengesetzten Polen ab, sondern entspringen oft an derselben Seite der Nervenzelle.

4) Grosse unipolare Zellen mit deutlichem Kerne, Kernkörper und sehr vielen Ausläufern. —

An den feinsten Achsenbändern fand ich eben so, wie bei Limnaeus, feine kernähnliche Körperchen sitzen von 0,003‴ — 0,005‴ Durchmesser; die feinsten Achsenbänder sind deutlich varicös. —

Zum Schlusse meiner Arbeit glaube ich noch einen Rückblick auf die von mir bei meinen Untersuchungen über die Central-Nervenmasse wirbelloser Thiere gefundenen Resultate werfen zu müssen. Ich fühle mich hierzu um so mehr veranlasst, als ich in den letzten Monaten, nachdem die ersten Bogen meiner Arbeit schon gedruckt waren, nochmals eine mikroskopische Revision der einzelnen Abtheilungen gehalten habe. Hierzu veranlasste mich theils die neue Arbeit von *M. Schultze:* „Der Bau der Nervenschleimhaut &c.," theils und vor Allem das Erscheinen der neuesten Auflage von *Kölliker*'s „Handbuch der Gewebelehre", bei deren Durchlesung sich mir neue Fragen aufwarfen, welche ich bei meinen früheren Untersuchungen noch zu wenig beachtet zu haben glaubte.

Ich beginne mit den Fasergebilden des Nervensystems wirbelloser Thiere und fasse vor Allem die Frage in's Auge: welche Fasergebilde als marklose oder als markhaltige, welche dagegen als hüllenlose, nackte Achsenfasern zu betrachten seien.

Bei Hirudo betrachte ich die feinsten Fibrillen der Verbindungsstränge, an welchen ich keine Hüllen oder Kerne erkennen kann, als freie, hüllenlose Achsenfasern. Sie stimmen in der Gestalt, der Breite und den lichtbrechenden Eigenschaften ganz mit den feinsten Ausläufern der multipolaren Zellen überein.

Die breiten Fortsätze der multipolaren Zellen theilen sich nämlich nach kurzem Verlaufe in feinste Fibrillen, die, wie gesagt, mit den feinsten Fibrillen der Verbindungsstränge die grösste Aehnlichkeit darbieten. Zwischen diesen feinsten Fibrillen, aus welchen nebst körniger Umhüllungsmasse die Verbindungsstränge gebildet sind, habe ich übrigens auch nachträglich stärkere Fibrillen gefunden, an Breite und Ansehen den Fibrillen der Seitennerven gleich; umgekehrt findet man in den Seitennerven auch vereinzelt die feinsten Fibrillen der Verbindungsstränge. Es will mir fast scheinen, als ob die Fortsätze der unipolaren Zellen alle vor ihrer Endigung in der Peripherie in multipolare Zellen übergehen müssen, welcher Uebergang theils in den Ganglienanschwellungen selbst, theils im Verlaufe der Seitennerven stattfindet. Die sog. eingesprengten bipolaren Nervenzellen betrachte ich um so mehr ihrem Wesen nach als mit den multipolaren Zellen identisch, als ich ihre peripherischen Fortsätze sich häufig kurz nach ihrem Ursprunge aus der Zelle in feinste Fibrillen zertheilen sah. Zudem finden sich in den peripherischen Endigungen der Seitennerven noch vereinzelt multipolare Nervenzellen, welche meist einen grössern, breiten (von der unipolaren Zelle kommenden?) Fortsatz zeigen, während die anderen Fortsätze kurz nach ihrem Austritte aus der Zelle sich in feinste Fibrillen spalten oder wenigstens feine Längsfaserung zeigen, wie ich dies auch schon Taf. I. fig. IX. d. abgebildet.

Auffallend war mir die Beobachtung, dass nicht nur eine unipolare Zelle ihren Fortsatz zu einer multipolaren entsendet, sondern dass manchmal die Fortsätze mehrerer unipolaren Zellen dicht aneinandergelagert zu einer multipolaren Zelle strebten, gleichsam in einen ihrer Fortsätze übergingen. Ich habe dies aber zu selten beobachtet, als dass ich es als feststehend betrachtet wissen

möchte, und es auch in Tafel I. fig. X. nur als Curiosum abgebildet, wobei ich einen möglichen Irrthum nicht ausschliesse.

Bei Lumbricus habe ich die Breite der Nervenfasern durchschnittlich zu hoch angegeben. Nach neuen Messungen zeigen die feinsten Fibrillen des Bauchmarkes nur 0,0003‴—0,0005‴ Breite. Die feinsten Fibrillen der Seitennerven zeigen hier gleiche Breite, wie die Fibrillen des Bauchmarkes; ein Unterschied im Mengenverhältnisse der breiten und schmalen Fibrillen im Bauchmarke und in den Seitennerven, wie ich es bei Hirudo gesehen, ist hier nicht nachzuweisen. Es stimmt damit die Thatsache überein, dass weder im peripherischen Verlaufe der Seitennerven noch auch in ihrer Endausbreitung Nervenzellen auftreten, so dass ich also annehmen möchte, dass die Fortsätze der unipolaren Zellen schon im Bauchmarke selbst in multipolare Zellen übergehen.

Wie bei Hirudo, muss ich aber auch bei Lumbricus die feinsten Fibrillen des Bauchmarkes und der Seitennerven als nackte Achsenfasern betrachten, und bilden diese besonders die Hauptmasse der Seitennerven. Im Bauchstrange dagegen finden sich breitere und kernhaltige Nervenfasern (s. Taf. II. fig. IX.), welche ich für sog. marklose, mit kernhaltiger Hülle versehene Fasern halte und welche ich bis in die Ausläufer der grösseren unipolaren Nervenzellen verfolgen zu können glaubte. Bei den, von den kleinen unipolaren, sog. motorischen Nervenzellen entspringenden Nervenfibrillen habe ich diese Hülle immer vermisst.

Bei Scolopendra electrica traten meist marklose Nervenfasern auf, und nur in den feinsten peripherischen Verzweigungen konnte ich hüllenlose Achsenfasern wiederfinden, und zwar erst, nachdem die Nervenfibrillen durch fortwährende Theilung eine Breite von 0,0003‴—0,0004‴ erreicht haben. Bis zu dieser Breite kann man in allen Nervenfibrillen eine kernhaltige Hülle erkennen (s. Taf. II. fig. XVII.). Es scheint mir fast, als ob in dem Verbindungsstrange mehrere dicht aneinandergelagerte feinste Achsenfasern von einer gemeinschaftlichen Nervenscheide umhüllt wären, aus welcher sie erst an der Peripherie einzeln frei zu Tage treten; es würden dann die Nervenfasern der Scolopendren, wenn man von der hier fehlenden Markscheide absieht, viel Aehnlichkeit mit den breitesten Nervenfasern des Flusskrebses darbieten.

Bei Astacus fluviatilis kann ich deutlich drei Arten von Nervenfasern unterscheiden:

1) Die schon von *Ehrenberg* und *Hannover* beobachteten, von *Remack* zuerst genauer beschriebenen breiten „kolossalen“ Nervenfasern (Taf. III. fig. VII. c.). Sie besitzen eine kernhaltige Membran und einen scheinbar homogenen, blassen Inhalt, analog der Markscheide der doppelrandigen Nervenfasern höherer Thiere, in deren Längsachse ein centrales Gebilde verläuft, das schon bei mässiger Vergrösserung aus feinsten, wellenförmigen, parallel neben einander liegenden und durch Wassereinsaugung in Stäbchen zerfallenden Fibrillen zusammengetzt erscheint. Ich betrachte dieses Centralgebilde als ein Bündel von feinsten Achsenfasern, so dass diese breiten Nervenfasern den, mehrere Achsenfasern neben einander bergenden, markhaltigen Nervenfasern der Wirbelthiere zur Seite zu stellen wären, wie sie *Kölliker* z. B. beim Frosche beschrieben und abgebildet (l. c. p. 287).

2) Feine, aber immer noch mit einer kernhaltigen Membran versehene Fasern (s. Taf. III. fig. VII. b.), deren Inhalt nach Anwendung verschiedener Reagentien in feinste Fibrillen von 0,0003‴—0,0004‴ Breite zerfällt. Sie unterscheiden sich von den sub 1 beschriebenen Fasern nur

— Die feinen Fibrillen des Bauchstranges zeigen meist eine Breite von 0,0016‴, während ich in den Seitennerven nur feinste Fibrillen von 0,0008‴ finden konnte.

Die Seitennerven sind umhüllt von einem mit vielen Kernen besetzten Neurilem. Bei Essigsäure-Anwendung treten die Kerne besonders deutlich hervor und zeigen an ihren Polen meist feinste Ausläufer (s. fig. X. a.). Der Inhalt der Seitennerven wird von feinsten, 0,0008‴ breiten Fibrillen gebildet, die in einer feinkörnigen Grundmasse liegen, in welcher man grössere, gleich näher zu beschreibende rundliche Kerne eingebettet findet. Die Fibrillen zeigen an den kleineren Aestchen der Seitennerven, da, wo sie durch allmälige Theilung ihre grösste Feinheit erreicht haben, in ihrem Verlaufe vielfache varicöse Anschwellungen, wodurch die Längsstreifen der Seitennerven das Ansehen von der Länge nach aneinandergereihten Körnchen erhalten. An den Durchschnittsstellen tritt der feinkörnige Inhalt nebst eingebetteten Kernen deutlich zu Tage (s. fig. X. b.).

4) Die körnige Grundsubstanz des Gehirns und des Bauchmarkes.

Taf. II. fig. IV., fig. V., fig. VI.

Nimmt man ein Stück des Gehirns oder des Bauchmarkes, behandelt es eine Zeit lang mit verdünnter Lösung von chromsaurem Kali und übt nun mit dem Deckgläschen einen gelinden Druck aus, so tritt an den Durchschnittsstellen eine feinkörnige Substanz hervor, in welcher Nervenfasern von der verschiedensten Breite, Nervenzellen von theils unipolarer, theils multipolarer Form und freie Kerne eingebettet liegen. In fig. IV. habe ich die aus einem Theile des Bauchmarkes hervorgepresste Grundmasse abgebildet. Ich habe diesen scheinbar freien Kernen eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und unterscheide, nach Anwendung stark vergrössernder Systeme (600—800fache Vergrösserung), deutlich drei Formen:

1) Stark lichtbrechende, kernlose Körperchen, meist länglich, mit faserigen Anhängen an ihren Polen; ich glaube sie, wie oben schon erwähnt, den feinsten Capillargefässen zuschreiben zu müssen (s. fig. IV. c. c.).

2) Rundliche Kerne mit deutlichem Kernkörper und feingekörntem Inhalte (s. fig. IV. d. d. und fig. V. a. 5.). Da sie in Grösse und Gestalt mit den Kernen der Nervenzellen übereinstimmen, so glaube ich sie als die Ueberreste zerstörter Nervenzellen betrachten zu dürfen.

3) Rundliche, blasse Kerne von verschiedener Grösse mit homogenem Inhalte. An ihnen sah ich deutlich bei 800facher Vergrösserung eine feine Membran. Sie wachsen allmälig durch Zunahme des Zelleninhaltes und durch Ausdehnung ihrer Membran, während die Kerne gleiche Grösse behalten. Durch Auswachsen nach verschiedenen Richtungen bekommt die Membran feine Fortsätze (s. fig. V. a. 2.). In anderen sah ich doppelte Kernkörper (s. fig. V. a. 3.); andere wieder zeigten eine Theilung des Kernes in zwei Kerne, welcher Theilung wahrscheinlich eine Verdoppelung der Kernkörper vorhergegangen war (s. fig. V. a. 4.). Alle diese Formen deuten auf eine Neubildung von Nervenzellen während des Lebens, und es scheint mir deshalb in der Grundsubstanz ein lebhafter Stoffwechsel stattzufinden: alte Zellen gehen zu Grunde, und neue werden an ihrer Stelle gebildet. Die Neubildung selbst geht von den blassen runden Zellen

aus, welche wahrscheinlich als Ueberbleibsel der embryonalen Zellen erst nach und nach zur Entwickelung kommen.

Noch schönere embryonale Formen habe ich im Gehirne eines ganz jungen Thieres gefunden und in fig. VI. a.—h. abgebildet.

Fig. b. und d. zeigen hier besonders schön die Bildung der zusammenhängenden Nervenzellen durch ursprüngliche Theilung von einer Zelle aus, während fig. e.—g. die Bildung der Nervenfasern aus langgestreckten, embryonalen Zellen beweisen. Fig. h. zeigt schon feine Nervenfibrillen, bei welchen noch die Kerne, als Reste ihres embryonalen Lebens, übriggeblieben sind.

können daher die Ergebnisse meiner Untersuchungen auf letztere nur sehr beschränkte Anwendung finden. Bietet ja doch das so häufige Vorkommen unipolarer Zellen in den Nervencentren der Wirbellosen einen bedeutenden Unterscheidungspunkt, da solche in den Nervencentren der Wirbelthiere bei genauerer Untersuchung als immer seltener vorkommend sich erweisen und vielleicht einst aus Gehirn und Rückenmark der höher organisirten Wirbelthiere bei genaueren, speciell auf diesen Gegenstand gerichteten Forschungen ganz verschwinden werden.

Was aber die apolaren Zellenformen betrifft, so glaube ich, dieselben aus den Nervencentren wirbelloser Thiere entschieden verbannen zu müssen, und stimme hierin ganz der Ansicht *R. Wagner*'s bei, dass die sog. apolaren Zellen verstümmelte uni- oder multipolare Zellen sind.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass ich manchmal an den grossen unipolaren Zellen, und zwar an ihrem der Ursprungsstelle des Fortsatzes entgegengesetzten Ende, feinste Fasern mit Kerngebilden anhängen sah, wodurch diese Zellen grosse Aehnlichkeit mit den Zellen des Kleinhirns höherer Wirbelthiere gewannen. Gehören dieselben einem die Nervencentren durchflechtenden Bindegewebe an, oder sollten sich bei passenderen Reagentien diese scheinbar unipolaren Nervenzellen ebenfalls als grosse multipolare Zellen erweisen, deren einer Fortsatz breit und festsitzend, die anderen dagegen zart und leicht zerreissbar sind? Auch diese Frage muss ich einstweilen unbeantwortet lassen, da meine praktische Berufsthätigkeit sowie der Mangel an Untersuchungsmaterial mir in den Wintermonaten leider keine mikroskopischen Studien erlauben.

Tafeln-Erklärung.

(Die mikroskopischen Bilder sind vermittelst eines Instrumentes aus der Fabrik der Herren *Belthle & Rexroth* gewonnen.)

Tafel I.

Centrales Nervensystem von Hirudo medicinalis.

Fig. I. Schlundganglion und Gehirn. (Vergröss. 320.)

A. obere Fläche des Schlundganglions.

a. mittlerer, longitudinal verlaufender Faserzug desselben, welcher in die Längscommissur A'. des Bauchstranges übergeht; — b. aus den seitlichen Ganglienabtheilungen kommende Wurzeln der Seitennerven desselben; — c. c'. von der Gehirnhälfte derselben Seite kommende Wurzeln des mittlern Faserzuges; — d. in diesen eintretende Kreuzungsfasern der entgegengesetzten Gehirnhälfte; — d'. von dem mittlern Faserzuge kommende Wurzeln der Seitennerven; — 1.—8. seitliche Ganglienzellen-Abtheilungen.

B. untere Fläche des Schlundganglions.

a'. = a.; c'. = c.; 1.—8. = 1.—8. der andern Seite.

D. obere Fläche des Gehirns.

D'. untere Fläche des Gehirns.

e. Wurzeln der Sinnesnerven, von den Zellen des Gehirns kommend.

Fig. II. Ein mittleres Bauchganglion von unten. (Vergr. 320.)

a., b., c., d. die vier Ahtheilungen von Nervenzellen, sog. Ergänzungsmasse; — g. und g'. die vorderen Seitennerven; — h. und h'. die hinteren Seitennerven; — e. und e'. vordere Durchschnitte, f. und f'. hintere Durchschnitte der Längscommissuren; — o. durch das Ganglion hindurchtretende Fasern derselben; — i. das zwischen ihnen verlaufende Gefäss.

Fig. III. Obere Fläche desselben Bauchganglions. (Vergr. 320.)

a., b., c., d., e., e'., f., f'., g., g'., h., h'., i., o. wie bei fig. II.

0., 1., 2., 3. die vier aus der Längscommissur in das Ganglion eintretenden Stämme; — k. Fortsetzung des Stammes 1.; — l. und n. vordere Queranastomosen; — m. hintere Queranastomose; — p. Wurzel der vorderen Seitennerven; — q. Wurzel der hinteren Seitennerven; — s. zwischen die Leitungsmasse und die vier Wülste der Ergänzungsmasse eindringende Falten des das Ganglion einhüllenden Neurilems; — 4. und 5. aus dem Ganglion austretende, in Vereinigung mit o. die hintere Längscommissur bildende Nervenstämme.

Fig. VI. Saugnapfganglion. (Vergr. 320.)

A. die mittlere Ebene desselben.

B. schematische Zeichnung zur Darstellung des Faserverlaufes; — a. von der Längscommissur, b. von den seitlichen Ganglienahtheilungen kommende Wurzeln der austretenden Nerven.

Fig. V. A. Ein Theil der Längscommissuren. (Vergr. 320.)

a. Neurilem mit Kernen; — b. Nervenfibrillen; — c. körnige Umhüllungsmasse.

Fig. V. B. Ein Stück eines Seitennervs. (Vergr. 320.)

Fig. VI. Anschwellung eines Seitennervs an seinem Ursprunge

durch Invagination des Neurilems hervorgerufen (a.); — b. in den Seitennerv gedrängte Zellen des Bauchganglions.

spitz aus, sind dicht an einander gelagert und innig mit einander verbunden (s. fig. XII. a.). Bei Behandlung mit verdünnter Essigsäure (I. : IV.) zerfällt ihr Inhalt in feinste Fibrillen, und an ihrem Rande treten deutlich Kerne auf (s. fig. XII. b.). Bei längerer Einwirkung von Essigsäure oder bei zu starker Concentration derselben erblassen sie, quellen bedeutend auf und lösen sich allmälig auf. Am Uebergange des Schlundganglions in die beiden Commissuren des Gehirns gehen sie, in entgegengesetzter Richtung von einander abweichend, auf diese über und bilden so auch die innerste Hülle des Gehirns. Dass sie dem Neurilem und nicht den inneren Theilen des Nervenstranges angehören, davon kann man sich am besten durch Beobachtung bei verschiedener Einstellung des Focus überzeugen: indem man sie sowohl bei oberflächlichster als auch bei tiefster Einstellung wiederfindet, — ein Beweis, dass sie der äussern Hülle des Bauchmarkes und nicht jenen inneren, eigentlich nervösen Elementen angehören. Auch an Zerzupfungspräparaten tritt dies deutlich zu Tage, und lässt sich an ihnen besonders die verschiedene Einwirkung der Reagentien auf dieselben am besten studiren. Durch Behandlung mit verdünnter Salpetersäure schrumpfen sie ein und werden dunkler contourirt.

Bei der histologischen Analyse der Nervenelemente von Lumbricus agricola haben wir viererlei verschiedene Elementartheile in's Auge zu fassen, nämlich:

1) die Nervenzellen des Gehirns und der Randganglien des Bauchmarkes, sowie ihre Ausläufer;
2) die Nervenzellen der Mittellinie des Bauchstranges und ihre Ausläufer;
3) die Nervenfasern im Gehirn und Bauchmarke, sowie in den peripherischen Nerven;
4) die körnige Grundmasse des Nervensystems, von welcher alle beschriebenen Gebilde umhüllt sind.

1) Die Nervenzellen des Gehirns und der Randganglien des Bauchmarkes.

Taf. II. fig. a. a., fig. III. a. a., fig. IV. a. a., fig. V. e. f. g. h., fig. VII. a. a.

Das Gehirn und die Randganglien des Bauchmarkes zeigen nur grössere oder kleinere unipolare Zellen, deren Ausläufer, breit beginnend, je nach der Breite der Zellen in eine breitere oder schmälere Nervenfaser übergehen.

Die grössten unipolaren Zellen findet man im Gehirn; ich fand deren, welche eine Breite von 0,046‴—0,053‴ und eine Länge von 0,063‴—0,071‴ zeigten; sie liegen meist am innern Rande der kolbigen Anschwellungen, ihr freier Rand nach der Mittellinie, ihre Ausläufer nach der Längsachse der Commissuren hin gerichtet.

Neben und zwischen diesen grösseren Nervenzellen, welche im Bauchstrange nur noch vereinzelt vorkommen und hier nie mehr die Grösse der Gehirnzellen erreichen, finden wir aber eine Menge von kleineren von 0,007‴—0,023‴ Länge und 0,013‴—0,017‴ Breite, deren schmälere Ausläufer dieselbe Richtung einhalten, wie diejenigen der grösseren Nervenzellen.

An den Ausläufern der grossen unipolaren Zellen des Gehirns habe ich häufig ein eigenthümliches Verhalten beobachtet, welches ich bei den Ausläufern derselben Zellen der Randganglien des Bauchstranges vermisste. Mehrere, von verschiedenen Zellen entspringende Ausläufer vereinigen sich mit einander, indem sie innig mit einander zu verschmelzen, gleichsam ineinanderzufliessen scheinen (s. fig. V. f. und g.), und geben dadurch zur Bildung eines breiten Nervenbandes Veranlassung. Umgekehrt habe ich aber auch eben so häufig Theilung der Zellenfortsätze in feinste Nervenfibrillen beobachtet (s. fig. V. e.).

Was die feinere Structur der unipolaren Zellen betrifft, so suchte ich dieselben hauptsächlich an den grossen Zellen des Gehirns unter Anwendung von 600—800facher Vergrösserung zu studiren.

Ich unterscheide an ihnen deutlich einen Kern mit Kernkörper (s. fig. V. h.), einen theils homogenen, theils körnigen Inhalt und eine deutliche Membran. Der Kernkörper, leicht durch seine stark lichtbrechenden Eigenschaften zu erkennen, zeigt in seinem Innern eine Höhlung und ist meist von sehr feinen Molekülen umgeben, welche den Kern oft ganz ausfüllen und dadurch den Kernkörper leicht undeutlich machen. Der körnige Inhalt der Zellen zeigt ein eigenthümliches Verhalten, indem die Zellen, concentrisch um den Kern gelagert, den Zellen eine concentrische Streifung geben. Die äussersten Ringe gehen am Ursprunge des Fortsatzes, von ihrer concentrischen Richtung abbiegend, in diesen über. Die Membran ist an den grossen Zellen des Gehirns deutlich zu erkennen; sie geht an dem Ursprunge des Fortsatzes auf diesen über. Der Fortsatz ist daher nur eine Fortsetzung des Zelleninhaltes und der Zellenmembran, anfangs noch etwas körnig, später scheinbar homogen; bei Anwendung von verdünnter Salpetersäure, noch mehr aber bei Anwendung von sehr verdünntem caustischen Natron spaltet sich das scheinbar homogene Band in die feinsten Fibrillen (s. fig. V. b. und c.). Im weitern Verlaufe scheint die Membran des Fortsatzes und sein Inhalt innigst mit einander zu verschmelzen, da jene selbst bei stärkster Vergrösserung und unter Einwirkung verschiedener Reagentien nicht mehr deutlich von einander zu unterscheiden sind.

Die feinsten Fibrillen, in welche ein Nervenzellenfortsatz zerfällt, zeigen meist eine Breite von 0,0008‴—0,0017‴. Dieselbe Breite fand ich bei den Ausläufern der kleinsten unipolaren Zellen des Gehirns und der Randganglien; eben so zeigten die feinsten Fibrillen des Bauchmarkes, bei welchen ich keine weitere Theilung beobachtete, eine Breite von 0,0008‴, und möchte ich diese als die Normalbreite der feinsten Nervenfibrillen dieser Thiere betrachten.

Die kleinen unipolaren Zellen des Gehirns und der Randganglien des Bauchstranges zeigen aber in Bezug auf das Verhalten ihrer Membran eine von den angegebenen Verhältnissen abweichende Eigenschaft. Dieselbe ist, selbst bei Anwendung von stärkeren Vergrösserungen, nicht als deutlich vom Inhalte differenzirte Membran zu erkennen, indem diese Zellen nach aussen nur durch eine sehr zarte Contour begrenzt sind (s. fig. V. c. g.). Auch widerstehen sie der Einwirkung von Reagentien viel weniger, so dass sie an Zerzupfungspräparaten bei zu heftig einwirkenden Reagentien gleich verschwinden. Am deutlichsten treten sie bei Behandlung mit ganz schwacher Lösung von chromsaurem Kali zum Vorscheine.

In den beiden, Gehirn und Schlundganglion mit einander verbindenden Commissuren fehlen die zelligen Elemente. Nur selten findet man eine Zelle in denselben vereinzelt liegen, die auch leicht durch den Druck des Deckgläschens aus den benachbarten Theilen in sie hineingepresst

Fig. XI. Bipolare Zelle ebendaselbst. (Vergr. 320.)

Fig. XII. Eingesprengte Ganglienzelle aus einem sympathischen Nerv. (Vergr. 320.)

Fig. XIII. Multipolare Nervenzelle aus der sensitiven Abtheilung der Schlundganglienmasse. (Vergr. 320.)

Fig. XIV. Verbindung einer unipolaren Zelle mit multipolaren aus der sympathischen Abtheilung der Schlundganglienmasse. (Vergr. 600.)

a. unipolare Zellen; — b. multipolare Zellen; — c. kleinste multi- und bipolare Zellen; — d. varicöse Fasern.

Fig. XV. Dasselbe aus einer motorischen Abtheilung der Schlundganglienmasse. (Vergr. 600.)

Fig. XVI. Kleinste unipolare Zelle aus der sensitiven Abtheilung. (Vergr. 600.)

Fig. XVII.—XIX. Nervenelemente von Helix adspersa.

Fig. XVII. Verbindung einer unipolaren Zelle mit grösseren und kleinsten multipolaren aus der motorischen Abtheilung der Schlundganglienmasse. (Vergr. 600.)

a. unipolare Zellen; — b. multipolare Zellen; — c. bipolare Zellen.

Fig. XVIII. Aehsenbänder aus der sensitiven Abtheilung der Schlundganglienmasse. (Vergr. 720.)

a. im Achsenbande auftretende feinste Moleküle; die seitlich abgehenden Bäuder hängen mit kleinsten Nervenzellen zusammen; — b. Theilung der Achsenbänder; — c. varicöse Anschwellungen der feinsten Achsenfibrillen; — d. durch Zerbröckelung des Inhaltes eines breiten Achsenbandes schien eine feine Membran zu Tage zu treten.

Fig. XIX. Zusammenhang eines Aehsenbandes mit einer bipolaren Zelle aus der motorischen Abtheilung der Schlundganglienmasse. (Vergr. 600.)

Tafel IV.

Fig. I. Schlundganglienmasse von Limnaeus stagnalis. (Vergr. 75.)

A. Sensitive Abtheilung mit ihren Unterabtheilungen $\alpha.$, $\beta.$, $\gamma.$ und $\delta.$ — B., C., F. und G. Sympathisehe Abtheilungen. — D. und E. Motorische Abtheilungen.

a., b., c., d., e., f., g., h. und i. die einzelnen Abtheilungen verbindende Commissuren; — 1., 2., 3. und 4. sensitive Nerven; — 5., 6., 7., 8., 9., 13., 14., 15., 16. und 17. sympathische Nerven; — 10., 11. und 12. motorische Nerven.

Fig. II., III. und IV. Schlundganglienmasse von Helix nemoralis. (Vergr. 30.)

D. Sensitive Abtheilung. — J. Die beide verbindende Commissur. — G. und H. Sympathisehe Abtheilung. — C. Motorisehe Abtheilung. — E. Commissur von der sensitiven zur motorischen Abtheilung. — F. Commissur von der sensitiven zur sympathisehen Abtheilung.

a., a'., b., b'., c. sympatbische Nerven; — m. motorische Nerven; — k. sensitive Nerven; — o. Gehörbläschen mit den Otolithen.

Fig. V. Schlundganglienmasse von Arion empiricorum. (Vergr. 30.)

A. sensitive, B. motorisehe, C. sympathische Abtheilung. — D. Commissur von der sensitiven zu den sympathisehen und motorisehen Abtheilungen.

a.. b., k., l. und m. sensitive Nerven; — n., o.. p., q., s., t. und u. motorische Nerven; — v. w., w'., x. und x'. sympathische Nerven.

Druck von Aug. Rabuske in Eusklrchen.

Fig. I.

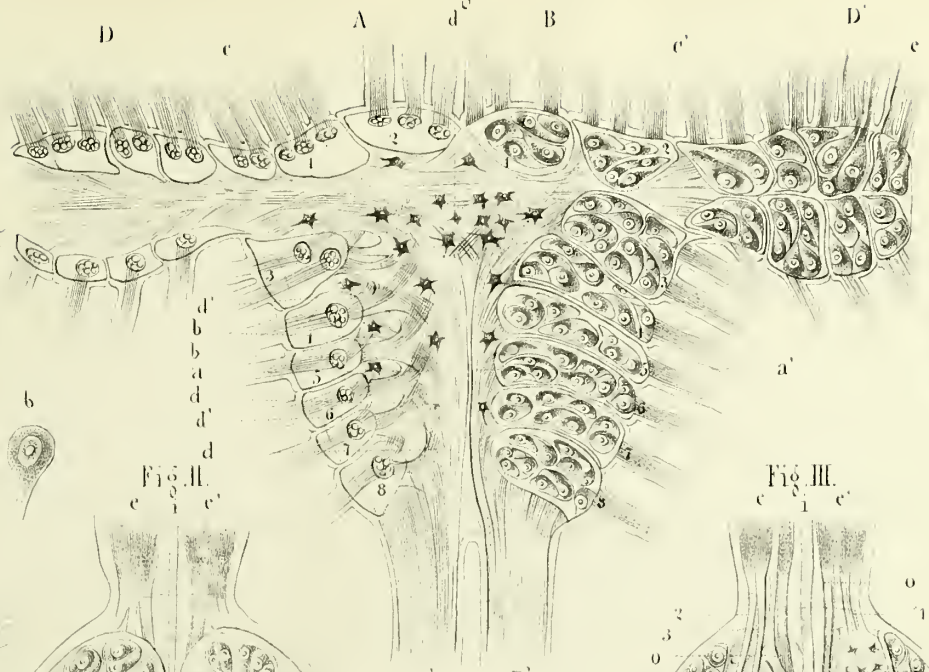


Fig. V.

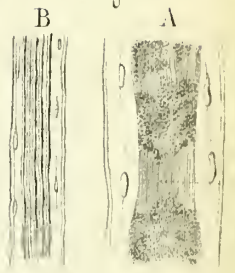


Fig. IX.

Fig. II.

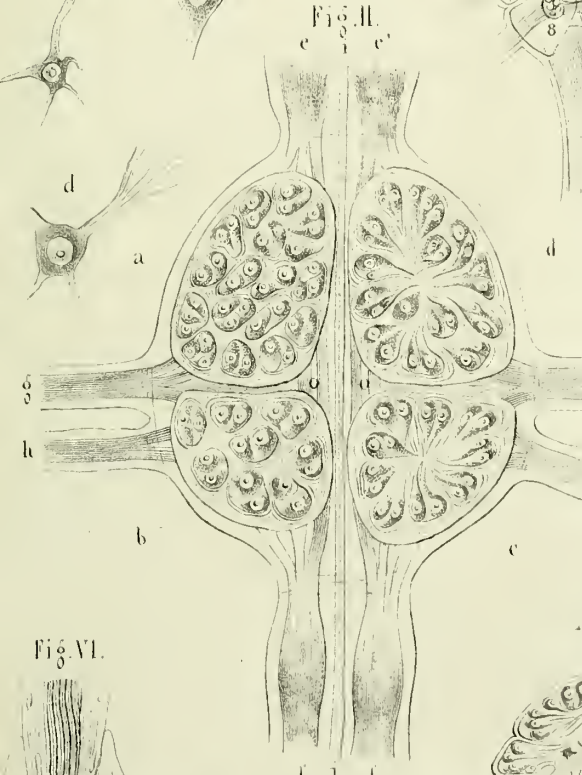


Fig. III.

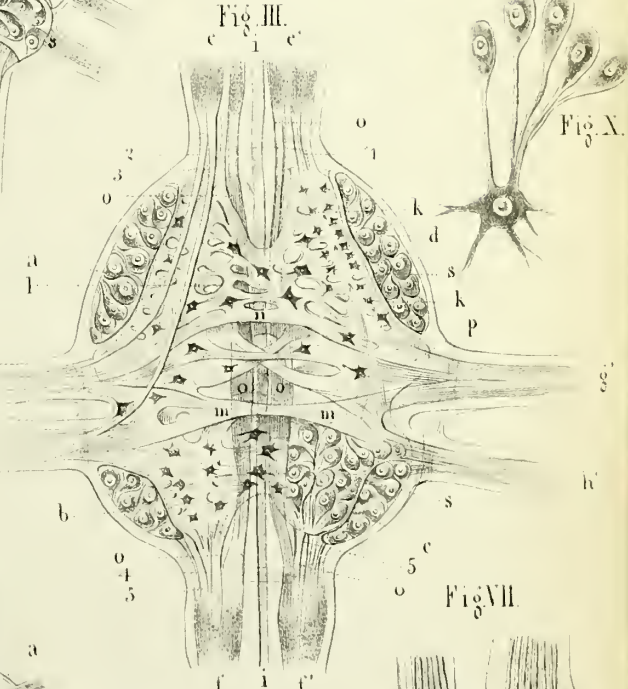


Fig. X.

Fig. IV

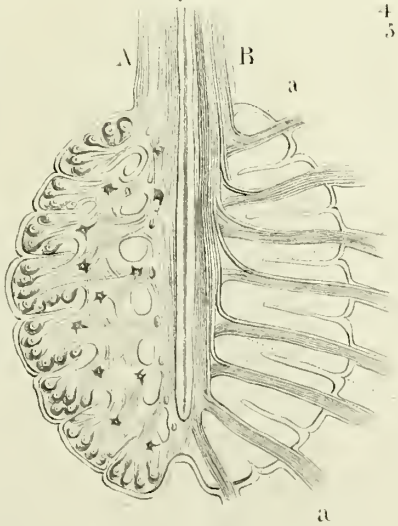


Fig. VI.

Fig. XI.

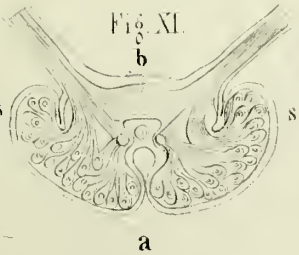
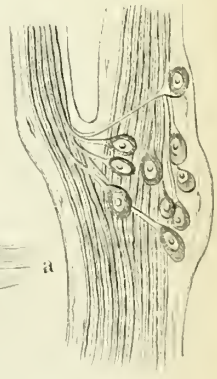


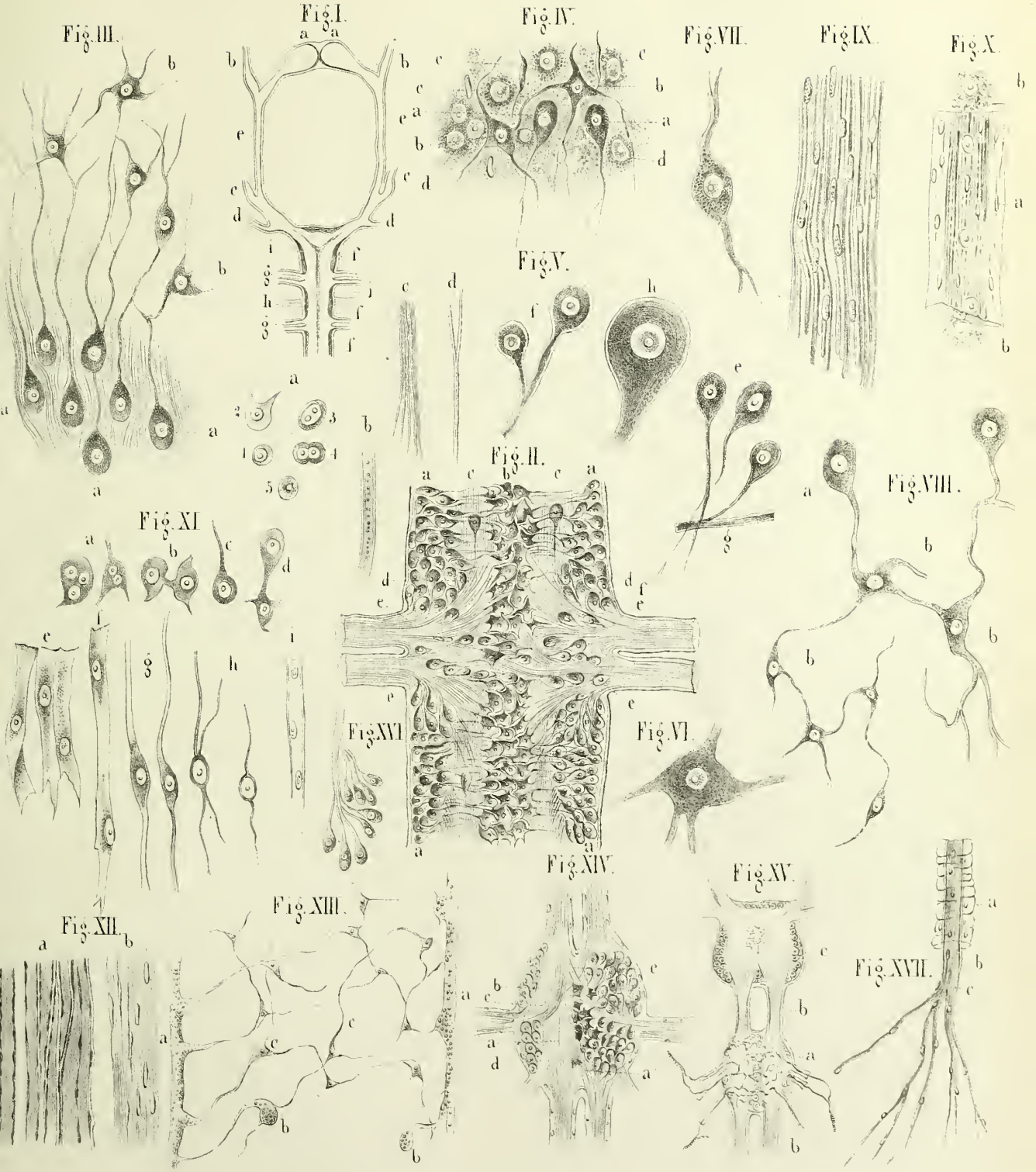
Fig. VIII.

Fig. VII.



e Walter ad nat del

Lith Anst d Kk Fr Wilh Un v A Henry in B



Lith Anst. d Rh. Fr. Wilh. Univ. v. A. Henry in Bonn

Fig.VIII.

Fig.V.

Fig.III.

Fig.IV.

Fig.VII.

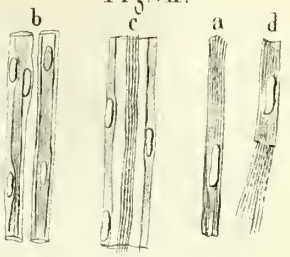


Fig.VI.

Fig.I.

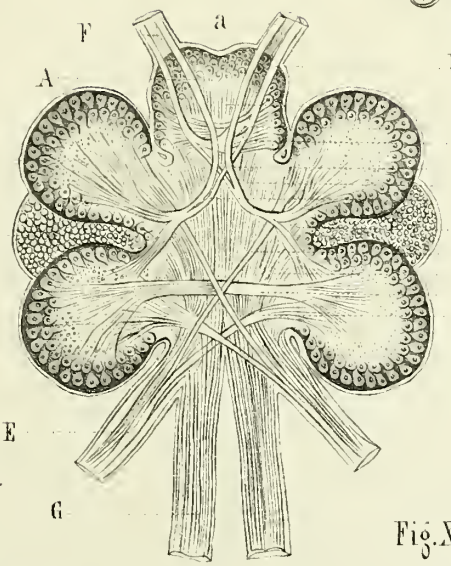


Fig.IX.

Fig.XII.

Fig.II.

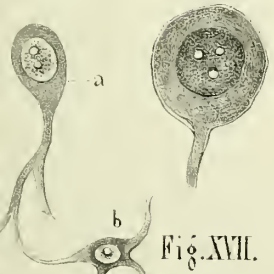


Fig.X.

Fig.XI.

Fig.XIII.

Fig.XVII.

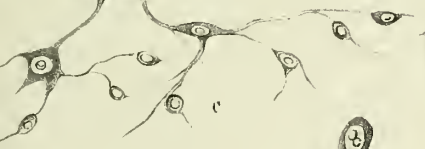


Fig.XIX.

Fig.XVI.

Fig.XIV.

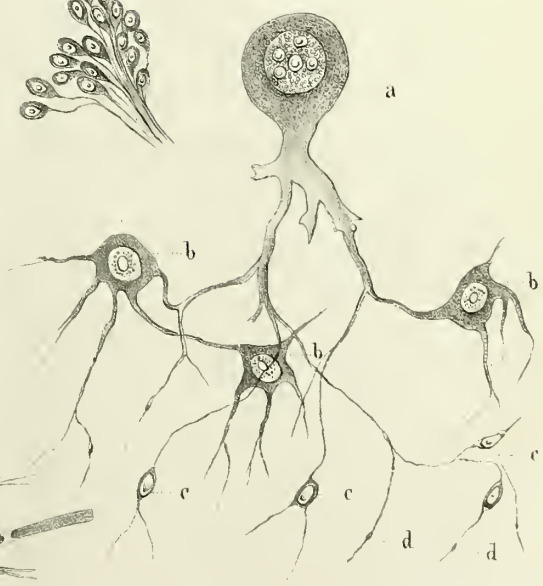


Fig.XV.

Fig.XVIII.

Lith Anst d.Rh. Fr.Wilh Univ.v.A.Henry in Bonn

Fig. II.

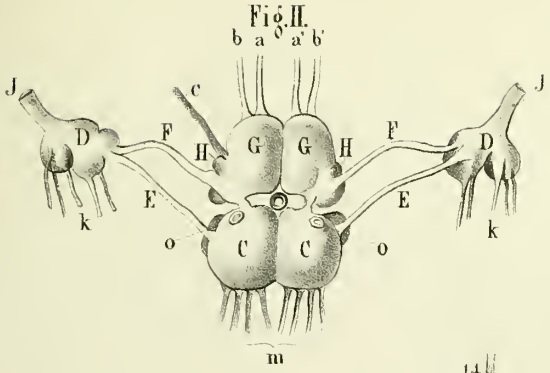


Fig. IV.

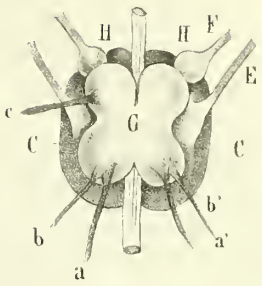


Fig. I.

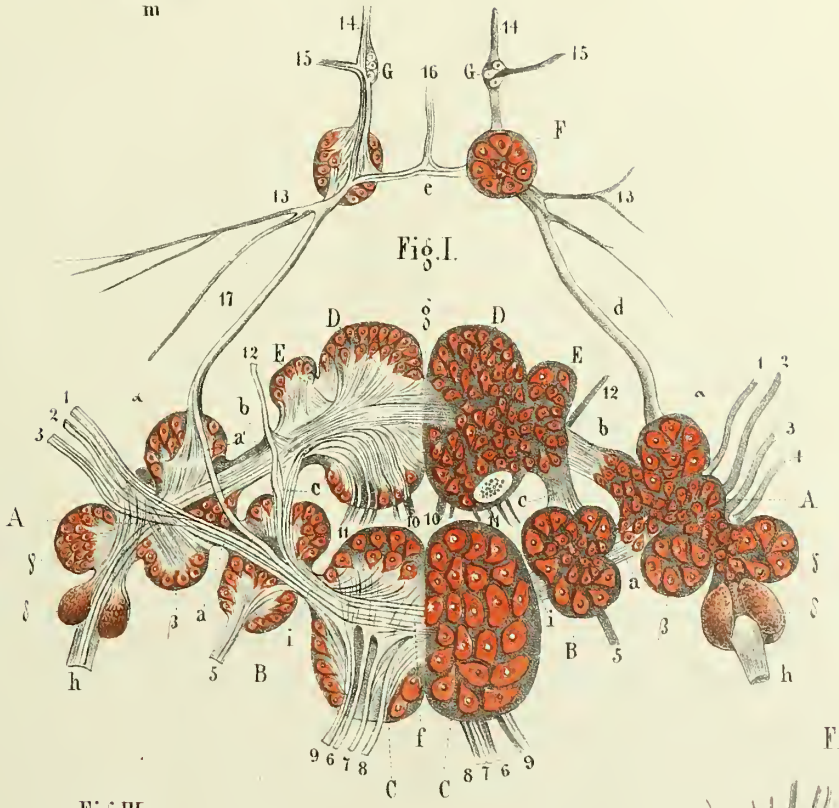


Fig. III.

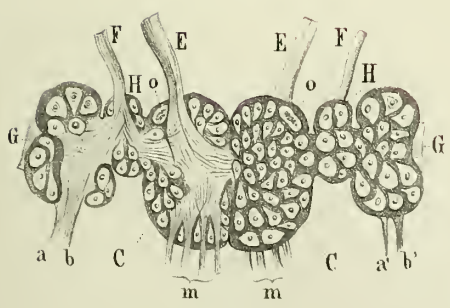
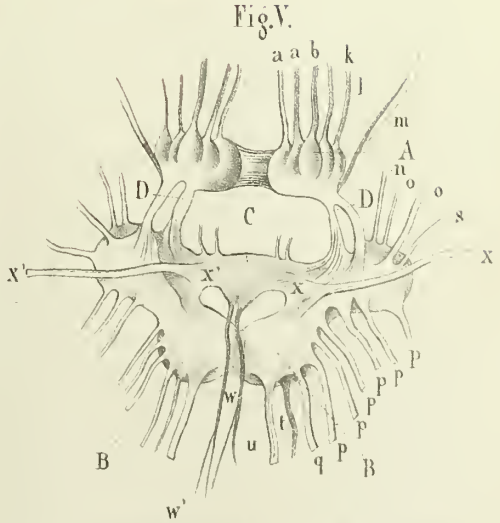


Fig. V.



Walter ad nat del.

Lith. Anst. d. Br. Fr. Wilh. Un. von A. Henry